图说数码维修课堂

全彩图说手机维修快速入门

张兴伟　等编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 • BEIJING

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

内 容 简 介

本书系统地介绍了手机内的各单元电路，以及手机故障的检修方法。全书共分 11 章，分别介绍了手机元器件、手机刷机操作、音频电路与故障、显示与触摸屏、灯控制电路、传感器电路、人机界面接口电路、电源单元、基带芯片、射频电路、识图与检修示例。本书选取了大量典型的手机实际电路，对手机各电路原理与故障检修方法做了深入浅出的叙述，使读者更易于掌握手机的维修技能。

本书适用于从事电子产品维修的技术人员，也适用于中职、高职等院校相关专业的学生及对手机电路感兴趣的所有电子爱好者。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

全彩图说手机维修快速入门 / 张兴伟等编著 . —北京：电子工业出版社，2014.10
（图说数码维修课堂）
ISBN978-7-121-20345-9

Ⅰ . ①全…　Ⅱ . ①张…　Ⅲ . ①移动电话机－维修－图解　Ⅳ . ① TN929.53-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 250528 号

策划编辑：柴　燕
责任编辑：周宏敏　　文字编辑：韩　蕾
印　　刷：
装　　订：
出版发行：电子工业出版社
　　　　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编　100036
开　　本：787×1 092　1/16　印张：12.5　字数：313 千字
版　　次：2015 年 1 月第 1 版
印　　次：2015 年 1 月第 1 次印刷
印　　数：3 000 册　　定价：49.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前　言

移动通信的迅猛发展也带动了手机维修行业的发展，越来越多的人开始学习手机维修。

作者多年从事移动电话维修技术培训，在教学实践中，常会有人——包括一些学电子专业的人，要求推荐一些讲解手机维修基础知识方面的书籍，因此作者将本人多年教学的讲稿整理出来，把多年总结的经验奉献出来，为手机维修事业的发展尽微薄之力。

本书在编写过程中，从实用及快速技能培训的角度出发，注意基础知识与技能方面的训练，对手机维修的基础知识、手机电路原理以及手机维修中的一些通用方法以崭新的视角予以讲解，以期初学者和有一定经验的技术人员都能找到自己所需要的东西，能掌握一种思路、方法，而这些方法对绝大多数手机的维修都是适用的。具体来说，本书具有以下特点：

（1）本书使用了大量的原始电路资料，本书实用性、资料性强，具有极强的指导性。

（2）书中没有复杂的理论与数学推导，以图解的方式进行编写，结合维修实际进行讲解，读者易于理解。

（3）涉及的范围广，经验技巧的指导性和实用性强。本书所讲述的方法适用于 GSM 手机与各制式的 3G 手机故障维修。

值得指出的是：手机生产厂家的内部原理图标注有些不符合国家标准，但为方便读者图文对照地阅读，特采用“截图”的形式，从生产厂家的内部电路原理图中截取与文字有关的局部电路，对检测中提到的元器件和相关电路或元器件进行图文介绍，用虚线框标出（部分元器件由于跨度较大可能不在截图范围之内，但实物板图上均会有相应的元器件标注，读者可对照实物查找，敬请谅解），对截图内部与外部电路的走向和连接不做详细介绍，使读者大致了解电路结构和局部连接即可。

除署名作者外，参与本书编写的人员还有钟云、林庆位、张积慧、钟晓、郭小军、张素蓉与钟钦等。

编　者

目录 Contents

绪论 …… 2

第 1 章　手机元器件 …… 9

1.1　电阻器 …… 11
1.2　电容器 …… 12
1.3　电感器 …… 14
1.4　二极管 …… 15
1.5　三极管 …… 16
1.6　场效应管 …… 19
1.7　认识滤波器 …… 22
1.8　天线开关模组 …… 27
1.9　Balun …… 27
1.10　功率放大器 …… 28
1.11　集成电路 …… 31
1.12　实时时钟晶体 …… 32
1.13　参考振荡器 …… 33

第 2 章　手机刷机操作 …… 35

第 3 章　音频电路与故障 …… 42

3.1　受话器音频 …… 43
3.2　扬声器音频 …… 49
3.3　送话器音频 …… 52
3.4　数字送话器 …… 55
3.5　耳机电路 …… 56

第 4 章　显示与触摸屏 …… 59

4.1　显示电路 …… 60
4.2　触摸屏电路 …… 66

第 5 章　灯控制电路 …… 69

5.1　灯电源之显示背景灯 …… 71

5.2 灯电源之照相闪光灯 ······ 73
第 6 章 传感器电路 ······ 76
6.1 霍尔器件 ······ 77
6.2 磁阻传感器 ······ 80
6.3 加速度传感器 ······ 81
6.4 磁力传感器 ······ 83
6.5 接近传感器 ······ 85
6.6 环境光传感器 ······ 87
第 7 章 人机界面接口电路 ······ 89
7.1 按键 ······ 90
7.1.1 电源开关键 ······ 91
7.1.2 数字按键 ······ 96
7.2 按键背景灯 ······ 100
7.3 功能按键 ······ 102
7.4 振动器 ······ 103
7.5 照相机模组电路 ······ 106
7.6 照相机闪光灯 ······ 112
7.7 SIM 卡接口电路 ······ 114
7.8 存储卡接口电路 ······ 118
7.9 USB 接口电路 ······ 121
7.10 USB 充电电路 ······ 125
7.11 系统连接器电路 ······ 129
7.12 电路板连接器 ······ 131
第 8 章 电源单元 ······ 132
8.1 电池接口电路 ······ 133
8.2 电源管理器 ······ 139
8.2.1 参考电源 ······ 141
8.2.2 PMU 内的电压调节器 ······ 141
8.2.3 PMU 的开关电源 ······ 142
8.2.4 充电控制 ······ 143

目录

第 9 章　基带芯片……150

9.1　基带处理器……151

9.2　存储器……155

第 10 章　射频电路……157

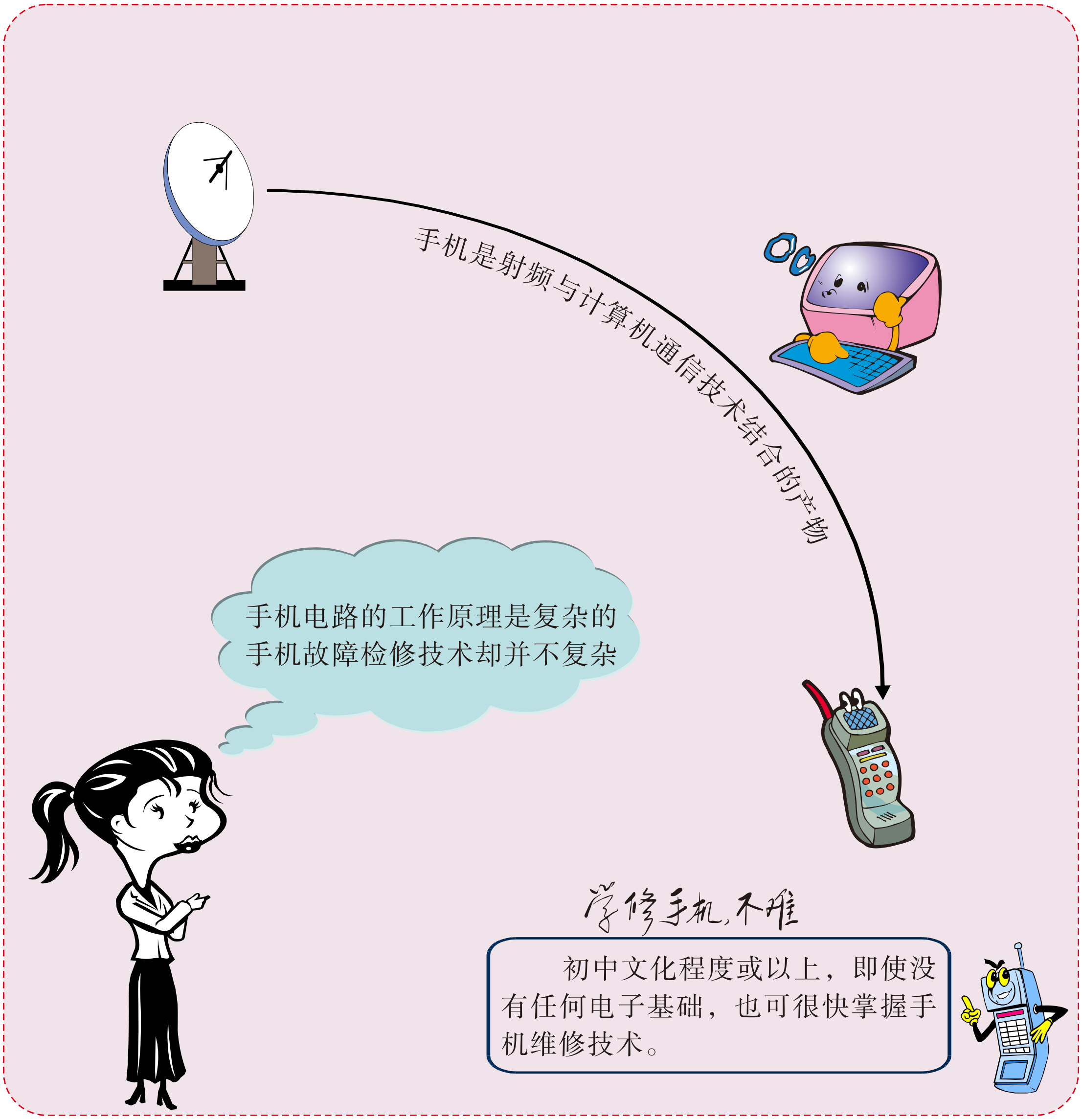
10.1　功率放大器电路……158

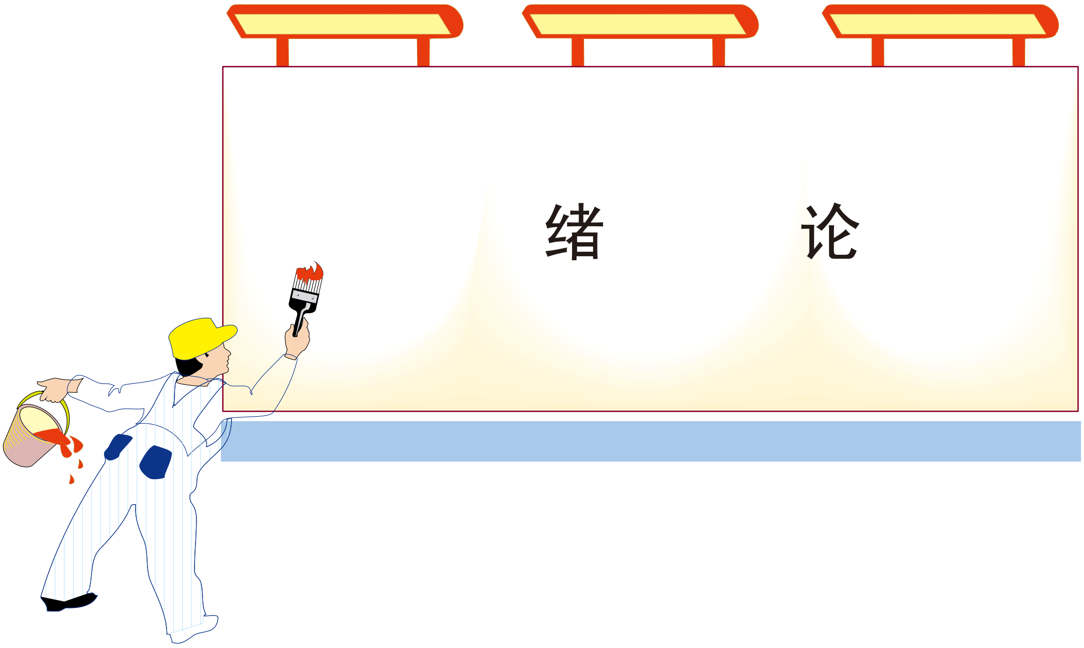
10.2　射频芯片电路……164

10.3　天线开关模组……174

10.4　射频 VCO 电路……176

第 11 章　识图与检修示例……181


手机是射频与计算机通信技术结合的产物
手机电路的工作原理是复杂的
手机故障检修技术却并不复杂
学修手机，不难
初中文化程度或以上，即使没有任何电子基础，也可很快掌握手机维修技术。

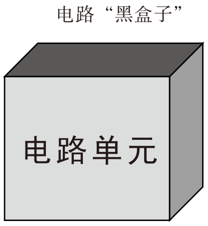

绪 论

整个手机电路由多个不同的电路单元组成。手机维修工作最终其实是检修处理电路单元及其电路元件。

如果要单从电路理论上来讨论手机中的电路单元及其故障检修，是非常复杂的，单是放大器的讨论就可以构成厚厚的一本书。这些方面不是本书所要探讨的内容，本书的目的在于希望读者通过本书所述内容能快速掌握一定的维修工作者使用的实际方法，即由一些基本的电路知识、经验准则与大量的实际操作技巧相结合而得来的简捷方法。

电子维修作业的实践性非常强，对从业人员动手能力的要求也非常高，而动手能力与其所掌握的电路基础知识紧密相关。如果想达到一定的水平而不仅仅是学会一些简单的技能，还得学习相关的电子理论。

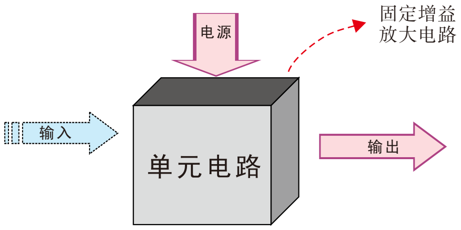
从初学者想快速入门的角度来说，无论是学习手机电路还是检修手机电路故障，无须关注其具体电路为何如此构成，工作原理、电路参数为什么是这样的。对于初学者而言，可简单地将电路单元看作一个电路“黑盒子”。



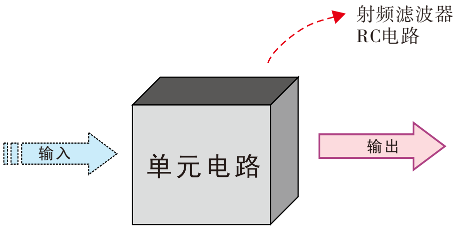
电路单元 → 电路“黑盒子”

电路“黑盒子”（电路单元）有4种情况：

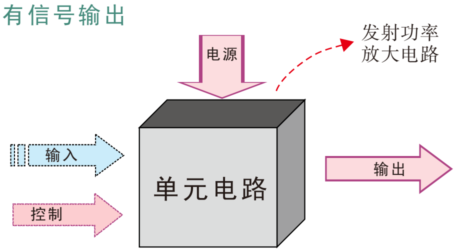
① 有工作电源，有信号输入，有信号输出



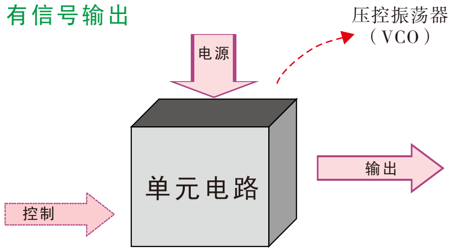
② 无工作电源，有信号输入，有信号输出



③ 有工作电源，有信号输入，有控制输入，有信号输出



④ 有工作电源，无信号输入，有控制输入，有信号输出



“黑盒子”方法几乎适用于所有的单元电路。“黑盒子”学习法可以使初学者快速理解基本的单元电路特征与要点，有利于快速分析电路、快速分析电路故障。

对于电路“黑盒子”，不必关注盒子里到底有些什么，而是需要了解以下三点：

❶ 任何一个单元电路，首先是电路元器件正常、电路的工作电源正常，电路才可能正常工作。

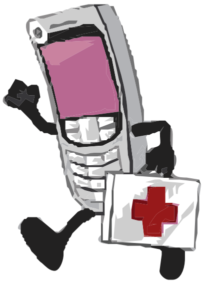
❷ 在第❶正常的前提下，除振荡电路外，手机中的其他单元电路基本上都是要输入正常，输出才可能正常。

❸ 如果单元电路有外来的控制信号，须控制信号正常，单元电路才可能正常工作。

假使要检修这个电路“黑盒子”，也很简单：

❶ 检查其输出信号是否正常，若输出正常，说明“黑盒子”及其输入端的电路都正常；若“黑盒子”的输出不正常，继续下面的检修。

❷ 若“黑盒子”有输入信号，检查输入信号是否正常。若输入信号不正常，检查其输入端的电路；若输入信号正常，说明“黑盒子”所代表的单元电路工作不正常，可参照第❸继续。



❸ 若“黑盒子”的输入正常，但输出不正常，检查“黑盒子”的工作电源是否正常。若工作电源不正常，检查其供电线路是否良好，检查其电源产生电路。若电路没有外来的控制信号，说明问题在“黑盒子”电路本身，检查更换“黑盒子”所代表单元电路的电路元器件。

❹ 若“黑盒子”有外来的控制信号，检查控制信号是否正常。若控制信号不正常，检查控制信号传输线路，检查控制信号产生电路；若控制信号正常，说明问题在“黑盒子”电路本身，检查更换“黑盒子”所代表单元电路的电路元器件。

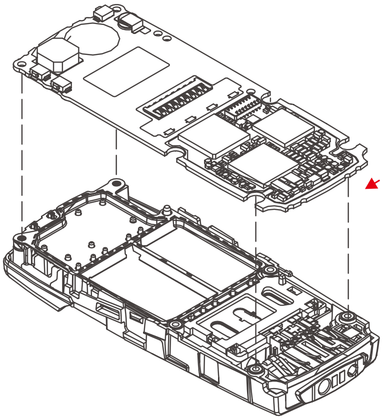
从当前来看，学习手机维修技术有如下三个重点：

❶练好焊接技术，特别是BGA芯片的焊接技术。

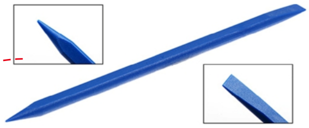
❷掌握必要的、简单的电子基础知识。

❸善于参照相关软件故障处理设备的帮助文件灵活使用设备。

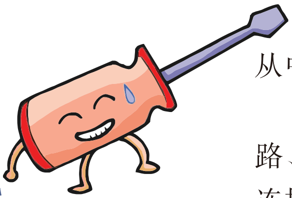
拆机工具



拆卸手机最基本的工具是六角与十字螺丝刀。一套多型号的手机专用螺丝刀可满足大多数手机拆卸的需要。



除螺丝刀外，镊子、塑料撬片与撬棒也是常用的工具。在拆卸某些手机时，还可能用到一些独特的器具。例如，在拆卸iPhone手机时，一个合适尺寸的塑料吸盘会非常有用。

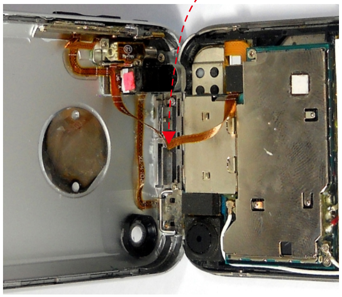


手机拆装是一个自我练习的课程。对于初学者来说，可以在手机配件市场上购买几套不同类型的机壳来练习。

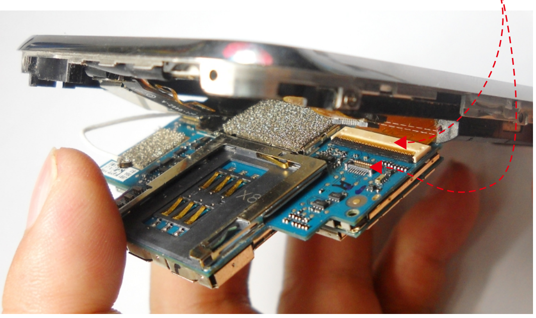
利用搜索引擎，在网上可找到许多手机的拆装视频。读者可从中去领会手机拆装的技巧。

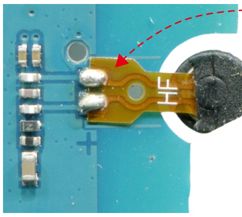
一般来说，拆装直板手机是比较容易的；在拆装手机翻盖电路、滑盖电路时，则需要小心处理翻盖、滑盖与电路主板之间的连接。注意保护机器外观，注意LCD的拆装，不要漏装部件。

在拆卸时，注意机壳与电路板之间可能有电气连接。

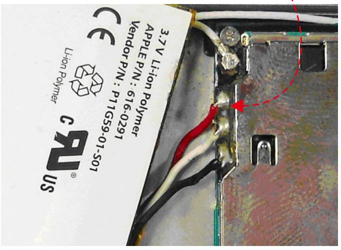


电路板下面可能有多个连接器连接，注意不要损坏连接器。

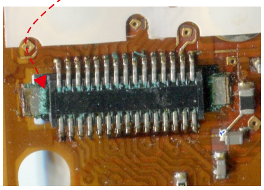




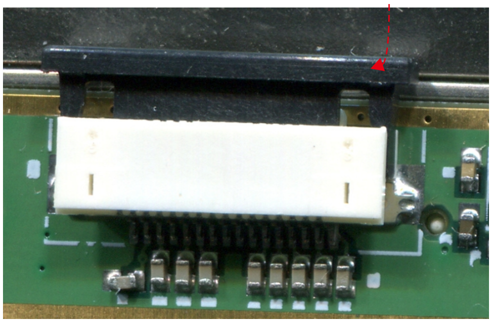
有些装配件直接焊接在电路板上，注意不要焊接错误！



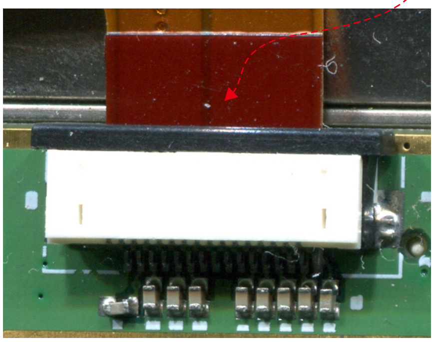
拆开机器后，应注意观察机器内有无氧化、液体进入现象。



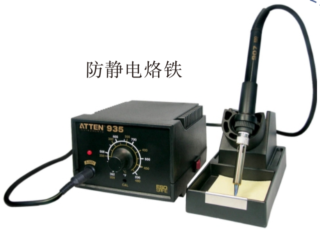
分离电路之间的连接时，注意不要损坏电路连接器的卡口。



装配主电路板与子电路板之间的连接时，连接器排线一定要装配到位。



焊接工具



防静电烙铁

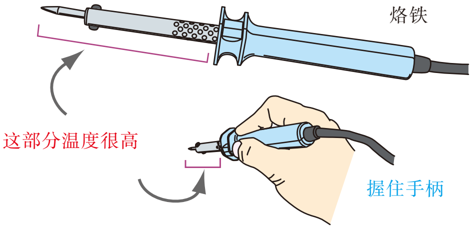
对于维修人员来说，掌握熟练的焊接技巧是非常必须的。如果焊接技术不过关，即使理论水平好，维修技术也会大打折扣。

热风枪

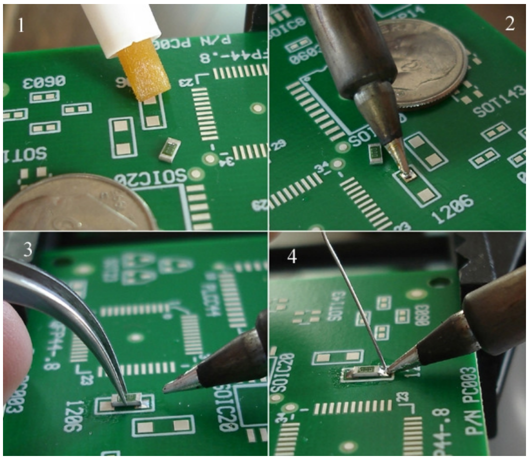
用于焊接技术练习的工具很多，首先是热风枪与烙铁。除此之外，还需要镊子、焊锡、助焊剂、吸锡线、小刀、锡膏、植锡板、酒精、刷子、棉签、超声波清洗器、吹气球，等等。

在清洁集成电路焊盘时，吸锡线是非常有用的。吸锡线是采用纯铜线经过特殊程序制成的吸锡编织线。

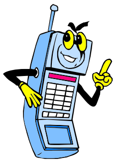
手机维修操作中的焊接涉及多个方面，最主要的是BGA芯片的焊接。



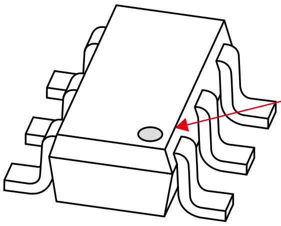
初学者首先可练习用烙铁、热风枪拆装电阻、电容、电感、二极管、三极管等常规元件。在拆装电解电容时，注意掌握温度与焊接时间，避免温度过高导致电容爆裂。在能够较为熟练地焊接电阻、电容等常规元件后，可练习拆装手机电路板上的塑料配件，如手机底部的系统连接器。在练习时注意掌握温度与焊接时间，避免温度过高导致塑料配件熔化；注意热风枪风量，避免吹掉元件。在掌握一定的焊接技巧后，可进行各种规格BGA芯片的拆装。这是焊接训练的重点，应安排长时间的练习。



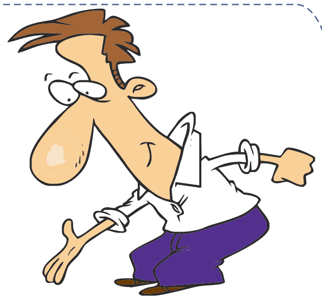
焊接技术训练所需要的电路板可在手机维修的配件市场上购买，也可购买那些废旧的手机电路板、计算机电路板。



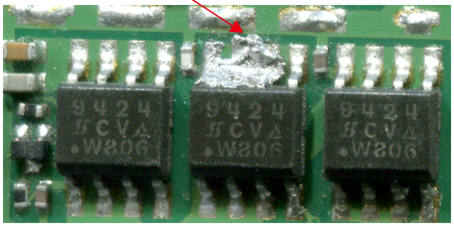
焊接熟练与否是衡量一个维修人员动手能力的重要指标。**好的焊接技术是“练”出来的**。读者可搜索网上关于手工焊接、BGA芯片焊接的演示视频。



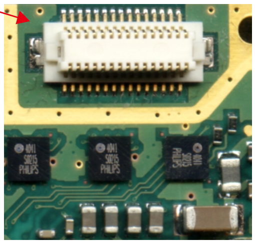
焊接时注意
元件的方向



注意不要
焊接短路



使用热风枪时
注意保护塑胶部件

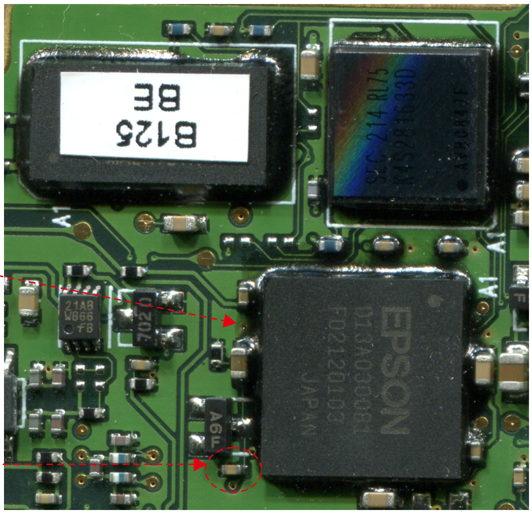


焊接完成后应注意清洁

若芯片被胶固定，焊接时应特别小心。

（请在网上搜索相关技巧）

焊接芯片时，注意不
要将旁边的小元件吹掉。

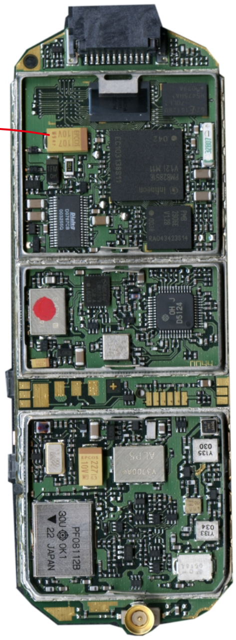


第1章　手机元器件

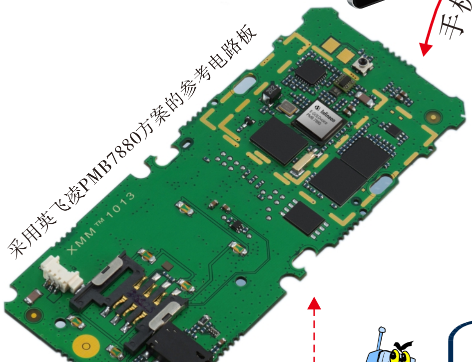
识别手机元器件，了解必要的元器件知识是掌握手机维修技术最基本的要求之一。

随着发展，手机的功能越来越多

手机电路的集成度越来越高



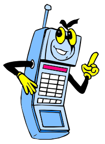
一个早期的西门子手机电路板



采用英飞凌PMB7880方案的参考电路板

PCB

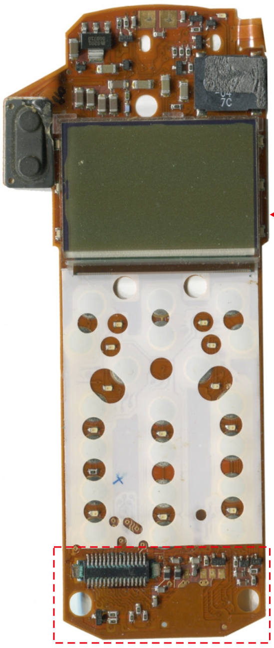
从维修的角度上看，新型手机的射频电路越来越简单，基带部分的功能电路越来越多。



早期手机电路复杂，对维修人员的电路理论水平要求较高；新型手机的维修对从业人员在电路理论知识方面的要求相对较低。

手机中的电路板有两种

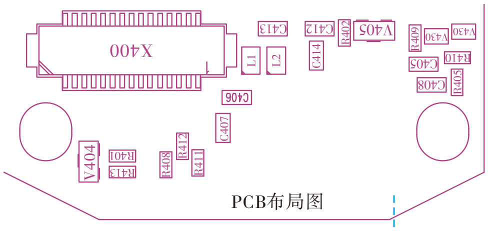
FPC



手机中的电子元器件基本上都被安装在电路板上。电路板又称PCB（印制电路板），是重要的电子部件。电路板是电子元器件的支撑体，是电子元器件电气连接的提供者。

手机使用的大多是6层以上的PCB。这里所说的PCB是指手机中的电路主板。除此之外，一些手机中还使用一种被称为FPC（柔性电路板，用软性材料做成的PCB）的电路板。

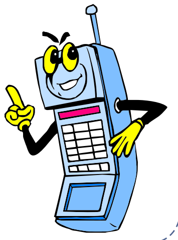
FPC大多用于按键矩阵、LCD模组连接、电路主板与子电路板之间的连接等。



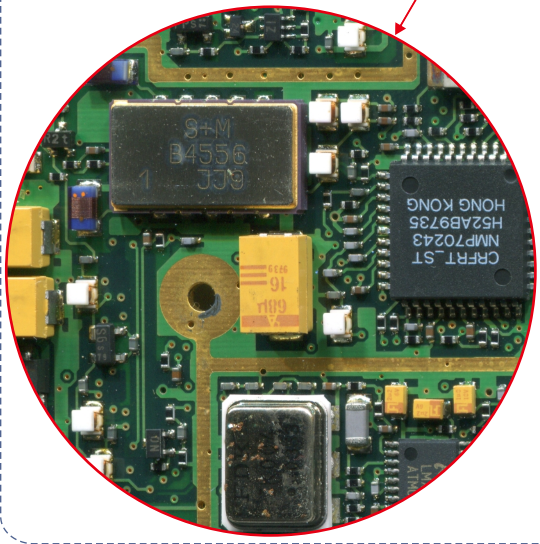
PCB布局图

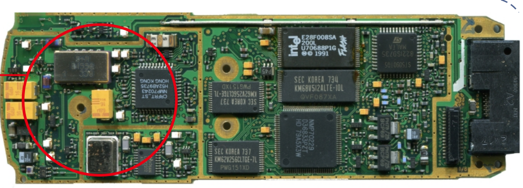
PCB图用来标示电路板上元器件的排列位置。

通过电路图、PCB图可很快找到实际电路板上相应的元件



任何复杂的电子电路都是由各种不同的电子元器件有机组合形成的。

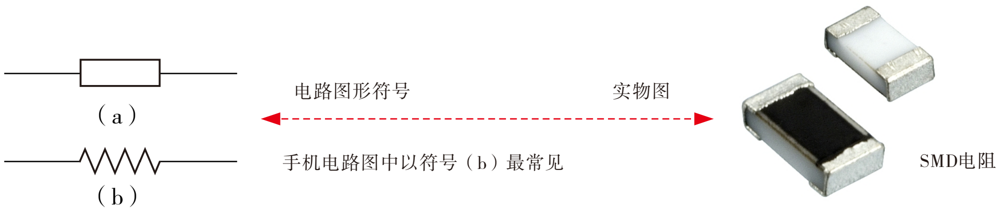




在学习电子技术时，掌握常用电子元器件的知识是非常重要的，对于手机维修技术，更是如此。

手机中电子元器件比较多，如电阻、电容、电感、二极管、三极管、场效应管、晶体、射频滤波器、功率放大器、射频前端模组、射频芯片、基带芯片、存储器、受话器、扬声器、液晶显示器、照相机模组、GPS模组、收音机模组、蓝牙模组、红外通信模组，以及其他一些装配件等。

1.1　电阻器



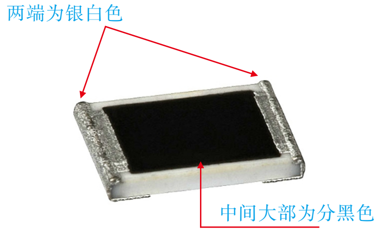
电阻器（下简称“电阻”）是电子设备中使用最多的元件。

大多数情况下，字母 R 被用来表示电阻。字母R＋数字用来表示电路中的某一个具体的电阻，如R312、R79。

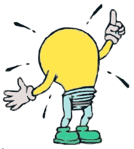
电阻的单位是欧姆（Ω），常用的还有千欧（kΩ），兆欧（MΩ）。

1 kΩ = 1000 Ω

1 MΩ = 1000 kΩ

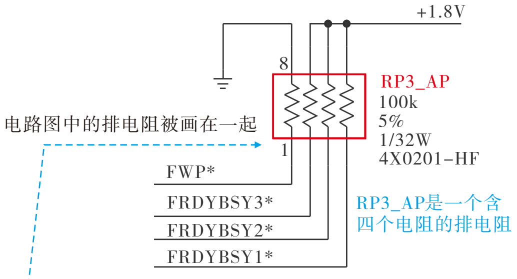


手机中的电阻都是SMD电阻，采用0603、0402封装的比较多。手机中的电阻两端多为银白色，是电阻的焊接点，中间大部分为黑色。

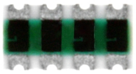


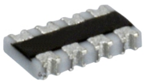
手机电路中的电阻器体积都比较小，很少被标上阻值。通常是通过电路图或者是测量机器中相同位置的电阻来获得该电阻的阻值。

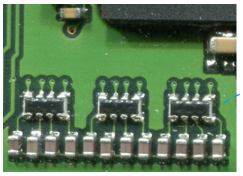
在实际应用中，常常会采用一些电阻组件，这些组件由多个电阻以不同的连接方式被制作在一起。这些电阻组件被称为电阻阵列或电阻网络（也有被称为“**排电阻**”的）。

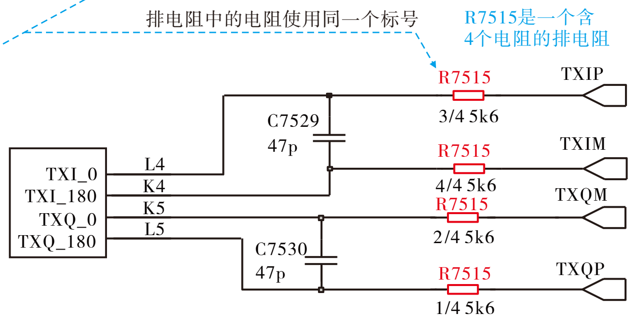


排电阻

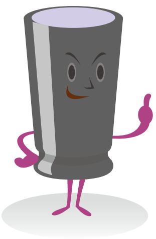




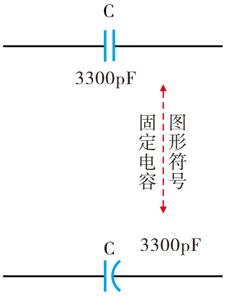




1.2 电容器

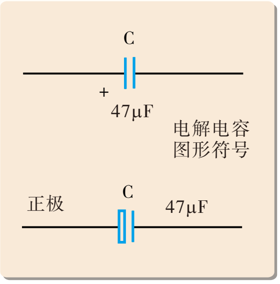


除电阻器外，电容器（下简称“电容”）是第二种最常用的电子元件。电容在电路中用字母C表示。字母C＋数字被用来表示电路中某一个具体的电容。



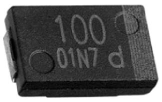
固定电容图形符号

固定电容实物图



电解电容图形符号

电解电容实物图



手机中的电容外观与电阻的外观有一点相似，电容两端的焊接点为银白色，其中间的大部分通常为灰色或者是黄色（也有淡蓝色的）。

辨认SMD电解电容的正负极很方便，通常电解电容的外观都是长方体，颜色以黄色和黑色最为常见。**电容的正极一端有一条色带**。

电容容量的基本单位用**法拉**（F）表示，其他单位还有：毫法（mF）、微法（μF）、皮法（pF）、纳法（nF）。常用的是微法（μF）、皮法（pF）。

$$1F = 1000mF$$

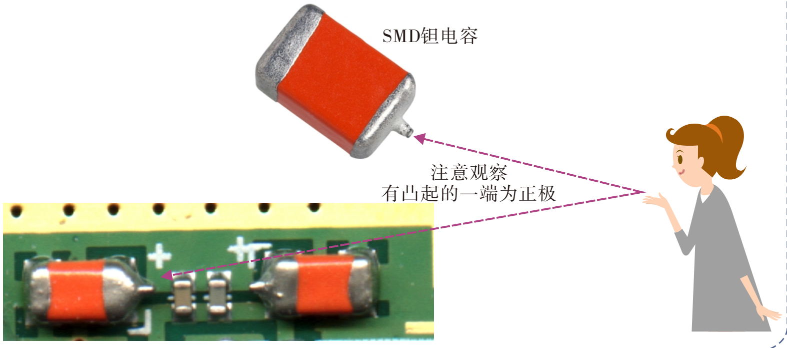
$$1mF = 1000\mu F$$

$$1\mu F = 1000nF$$

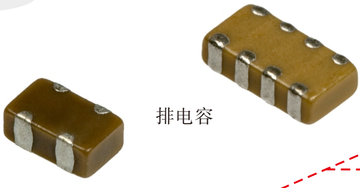
$$1nF = 1000pF$$

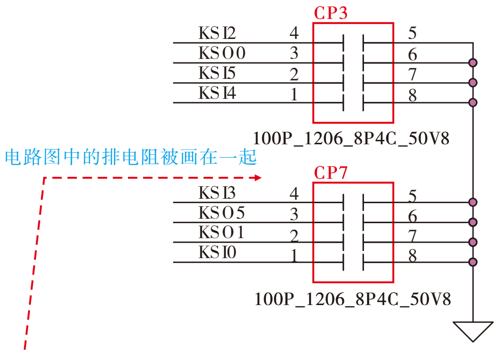
钽电容也是一种电解电容。钽电容稳定性好，具有一定的自我修复能力。这种独特自愈性能，保证了其长寿命和可靠性的优势。

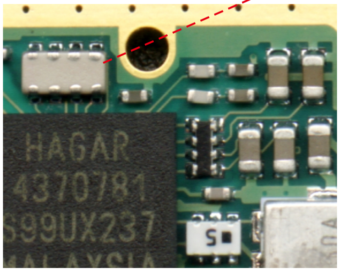
手机中的钽电容通常为SMD封装，电容两端为银白色，中间大部分为红色。

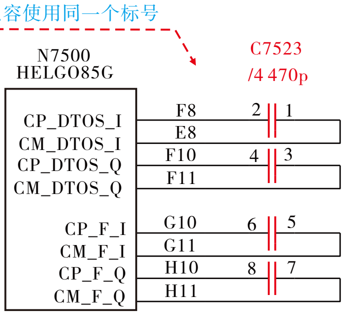


在实际应用中，常常会采用一些电容组件，这些组件由多个电容以不同的连接方式被制作在一起。这些电容组件被称为电容阵列或电容网络（也有被称为“排电容”的）。

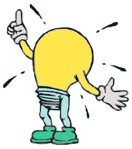








手机电路中的电容体积都比较小，很少被标上容值，通常通过电路图来获知相关电容的容值。



1.3 电感器

在手机中，电感器主要用于射频电路与各种接口线路上。

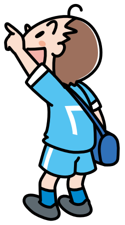
电感量是表示电感器能力的物理量，用字母L表示。电感的单位是H（亨）。

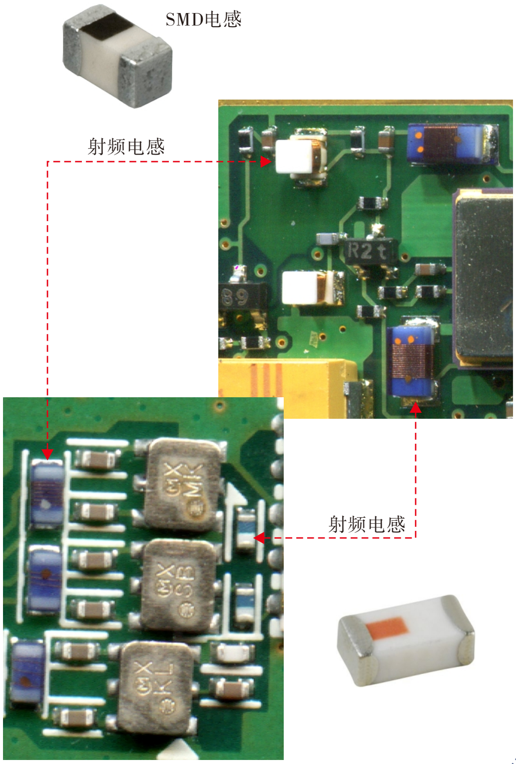
常用的电感量单位还有毫亨（mH）、微亨（μH）、纳亨（nH），其换算关系是：

1H = 1000mH

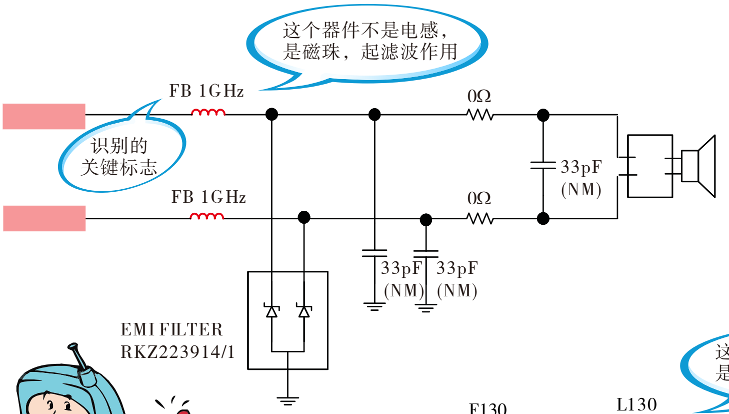
1mH = 1000μH

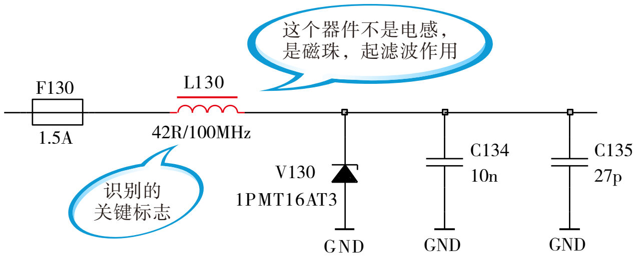
1μH = 1000nH





需注意的是，手机电路图中标注 R 的不一定是电阻，标注 L 的或图形符号是电感符号的也不一定是电感，它可能是磁珠（需注意相应器件的图形符号或标注）。磁珠（bead）通常会标注频率、欧姆等参数。

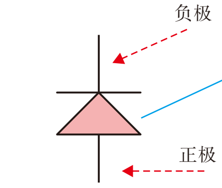




1.4　二极管

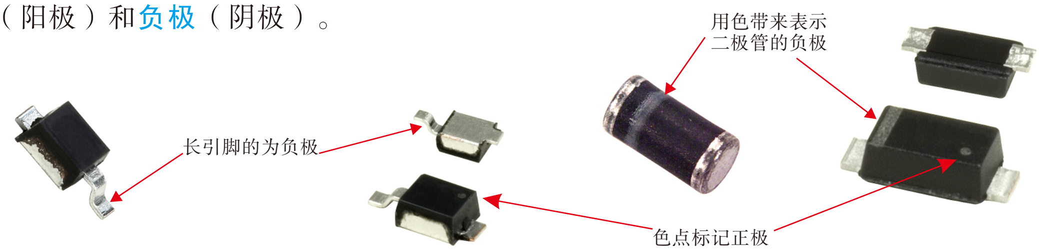
二极管是半导体器件，它用一个PN结做管芯，在PN结的两端分别引出电极，并把它们封装起来制成。

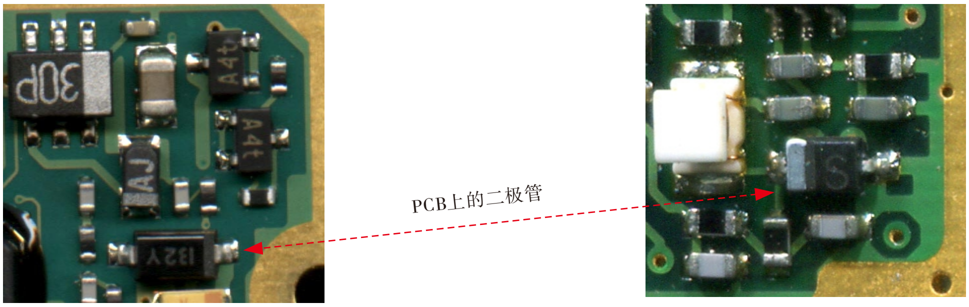
二极管有两个电极，分别被称为正极（阳极）和负极（阴极）。

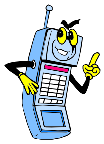


二极管的电路图形符号

三角箭头表示正向电流的方向，即正向电流从二极管的正极流入，负极流出。

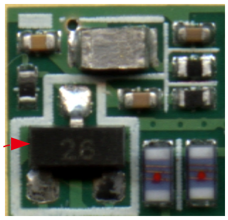




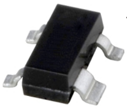


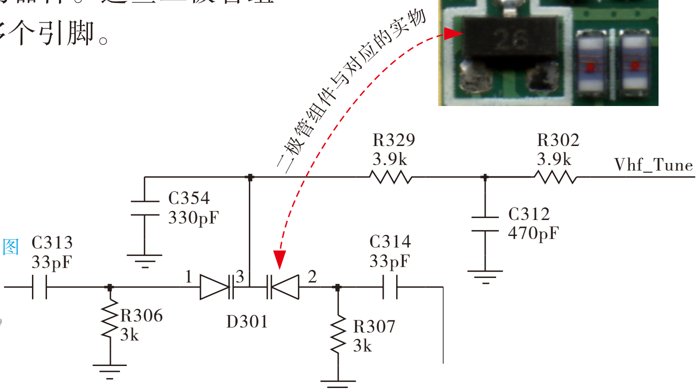
对于贴片二极管，每个厂商封装后正负极的表示方法可能不一样，实际使用时若不确定，可用万用表测试一下正负极再使用。

在一些手机中，可能会用到二极管组件，即几个二极管被集成在一起的器件。这些二极管组件可能有3、4个引脚，或多个引脚。



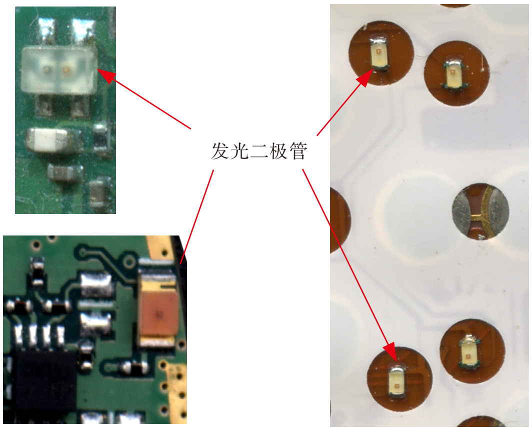
两个二极管组件实物图





发光二极管

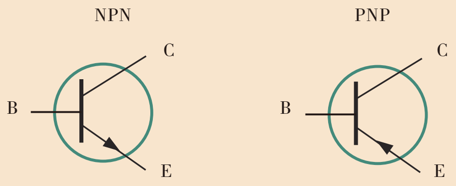
在手机中，发光二极管主要被用作背景灯、信号指示灯。



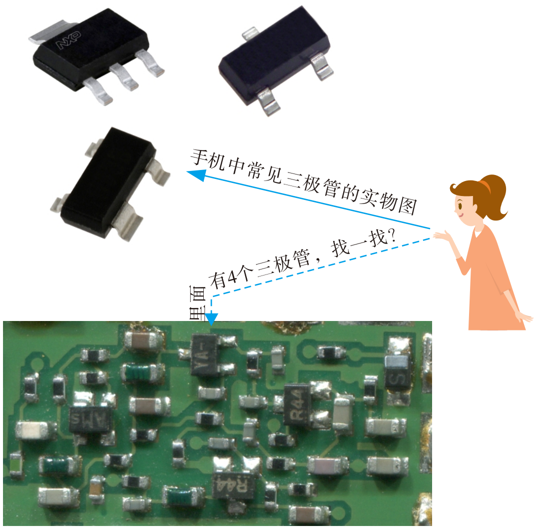
1.5 三极管

三极管是重要的半导体器件，分NPN与PNP两大类。

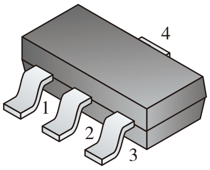
三极管有三个电极，分别是基极（B）、发射极（E）、集电极（C）。



三极管的电路图形符号



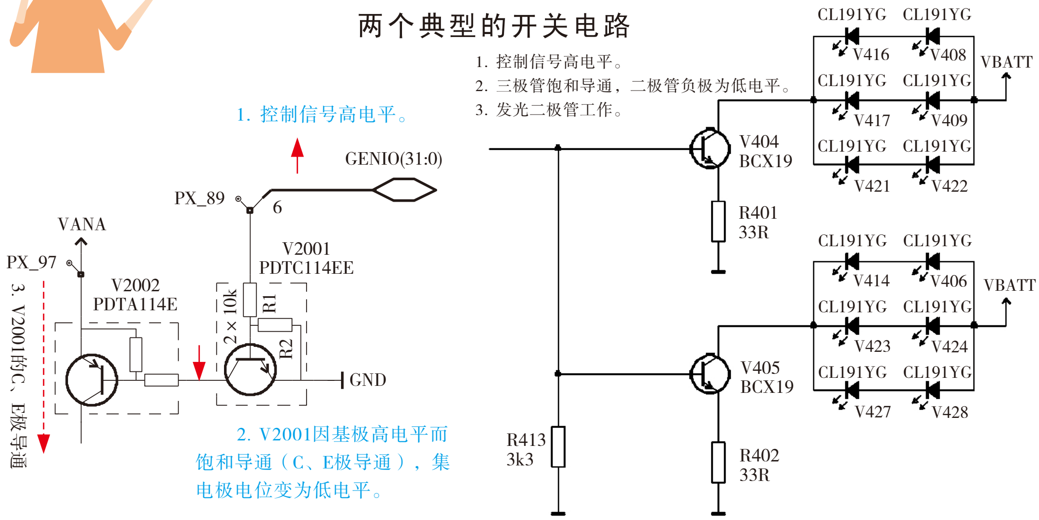
需注意的是，**有3个电极、4个电极的并不一定就是三极管**，它们可能是二极管，或是其他器件。即使是同一封装的三极管，其引脚也可能不同。例如，飞利浦有两种采用SOT-223封装的三极管，它们的电极分别如下所示：



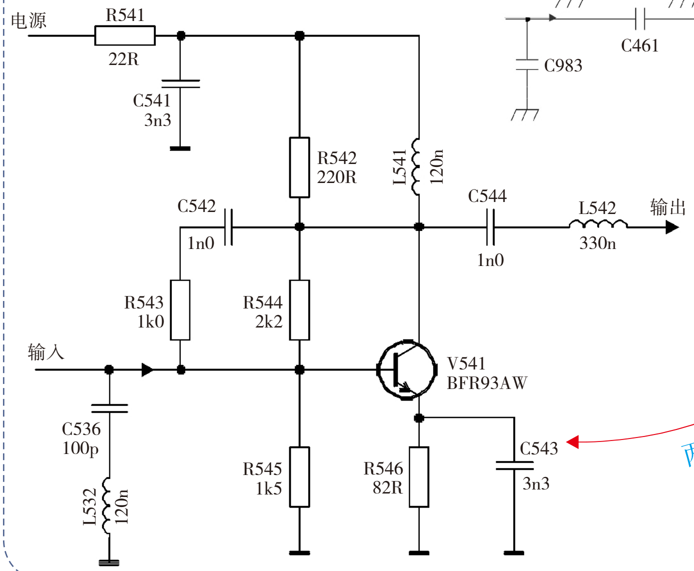
（a）	（b）
1. 基极	1. 发射极
2. 集电极	2. 基极
3. 发射极	3. 发射极
4. 集电极	4. 集电极

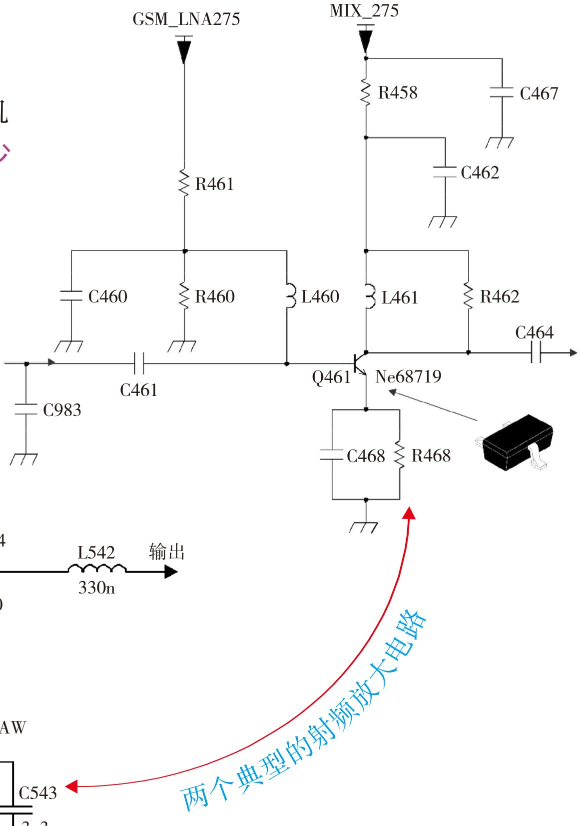
手机中的三极管主要用于开关与放大电路。

两个典型的开关电路

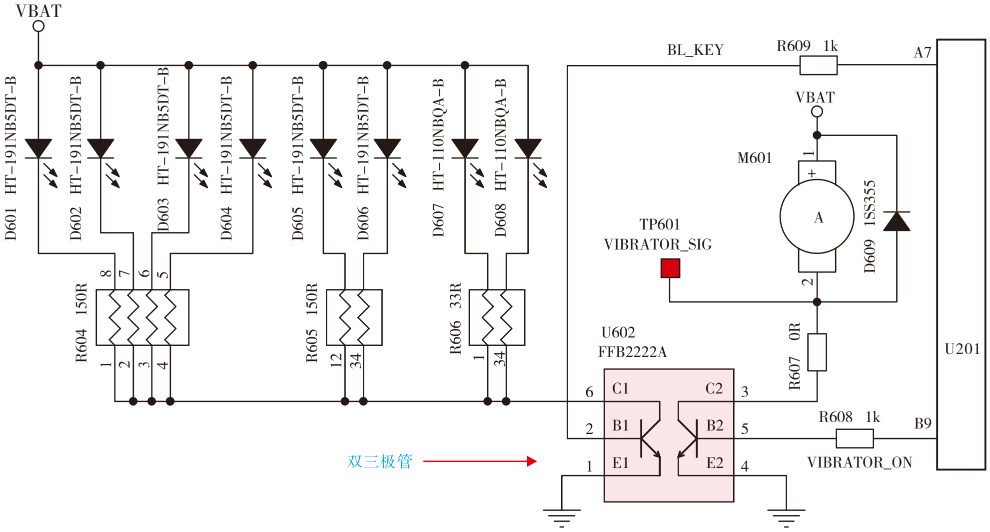


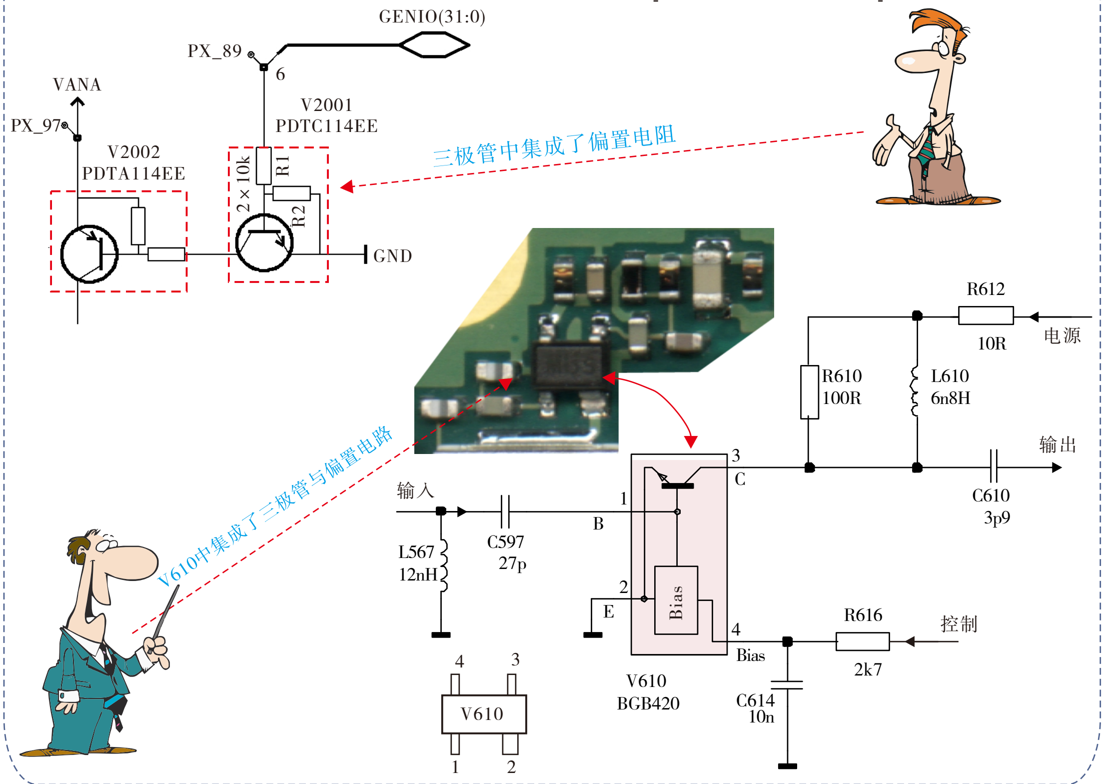
三极管放大器电路主要出现在手机的射频电路中，但新型的手机中已**很少见到**分立元件的三极管放大器电路。





在手机中，还常常使用一些**复合的三极管器件**。这些三极管可能是双三极管器件（两个三极管被制作在一起），或者是三极管内集成了偏置电阻（或偏置电路）。





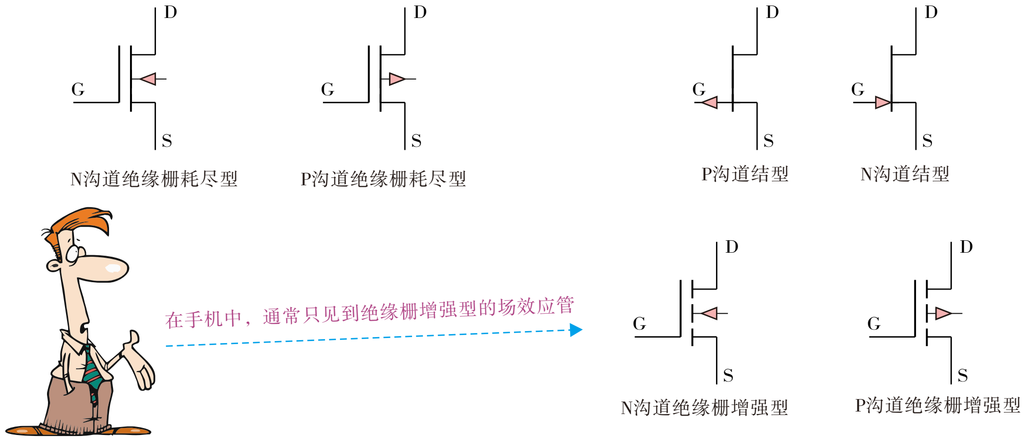
1.6 场效应管

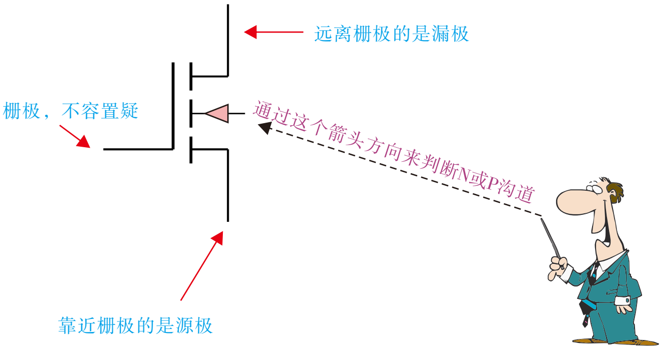
三极管是电流控制器件，而场效应管是由栅极电压产生的电场来控制电流大小的器件。

场效应管有三个电极：栅极（G）、漏极（D）与源极（S）。根据极性不同，场效应管可分为N沟道与P沟道两大类，分别与三极管的NPN型、PNP型对应。

按结构分，场效应管可分为结型（JFET）与绝缘栅型（MOSFET）。

按掺杂工艺可分为增强型与耗尽型。

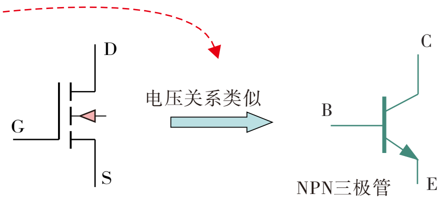




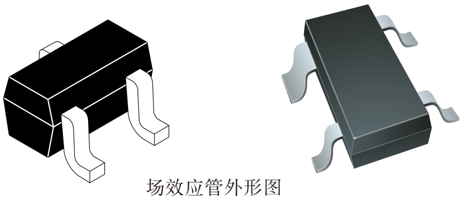
从图形上可以看到，可通过箭头的指向来区分N沟道与P沟道。

箭头指向管体外方向的是P沟道；反之，为N沟道。如果图形符号中没有标注电极字母，靠近栅极的是源极，远离栅极的是漏极。

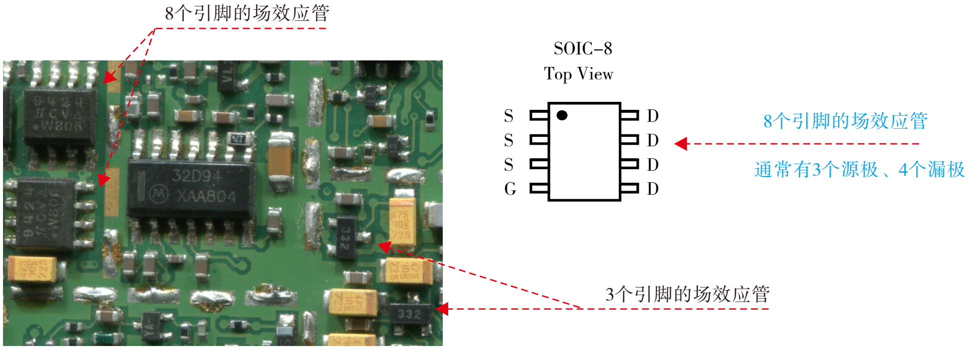
N沟道绝缘栅增强型场效应管三个电极的电压关系类似于NPN三极管；P沟道的则类似于PNP三极管。

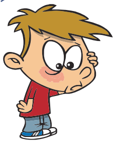


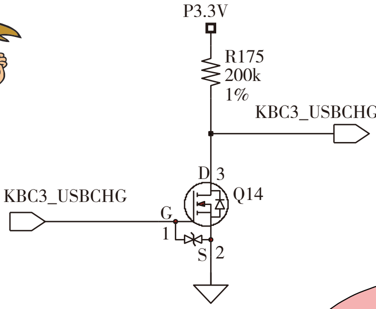
通常情况下，手机中的场效应管有3、4、6、8个引脚的。



场效应管外形图

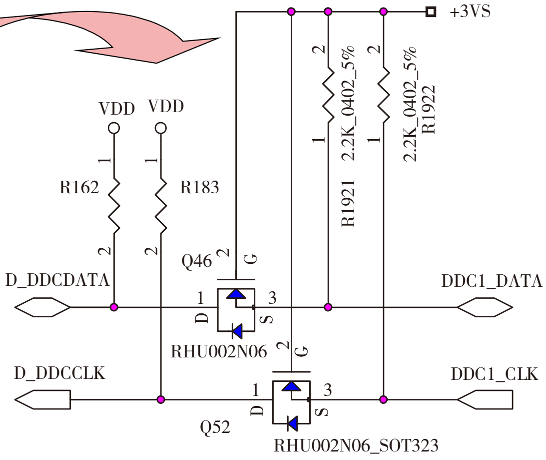


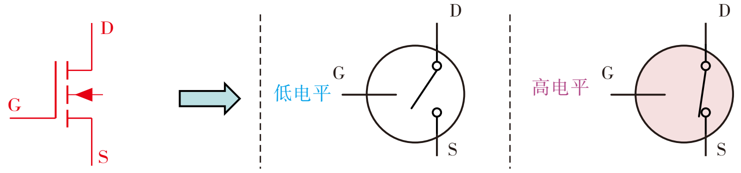




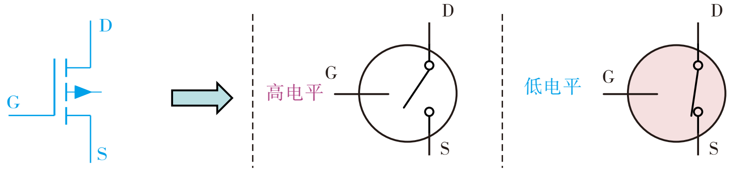
栅极高电平时，Q14导通，输出信号变为低电平。

电路中，+3VS电源直接送到Q46、Q52的栅极，控制Q46、Q52的D、S通道导通，为串行数据、串行时钟提供信号通道。同时，漏极、源极经上拉电阻分别连接到不同的上拉电源，使串行数据与串行时钟信号的信号电压（电平）发生了变化，因此，这一类电路通常又被称为电平转移电路。

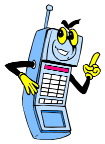




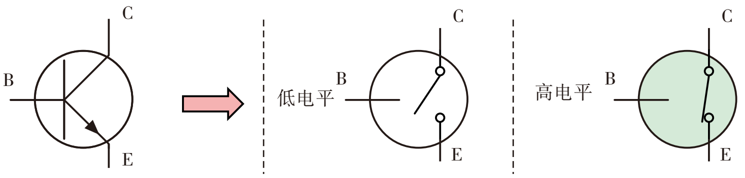
N沟道绝缘栅增强型　　截止：D、S通道断开　　饱和：D、S通道闭合



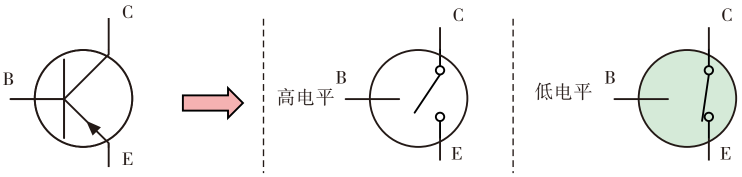
P沟道绝缘栅增强型　　截止：D、S通道断开　　饱和：D、S通道导通



比较一下三极管与场效应管在开关模式下的基极（栅极）电平。



截止：C、E通道断开　　饱和：C、E通道闭合



截止：C、E通道断开　　饱和：C、E通道导通

1.7 认识滤波器

简单地讲，滤波器被用来滤除干扰信号。

手机中的滤波器可分射频滤波器与基带部分的EMI滤波器两大类。

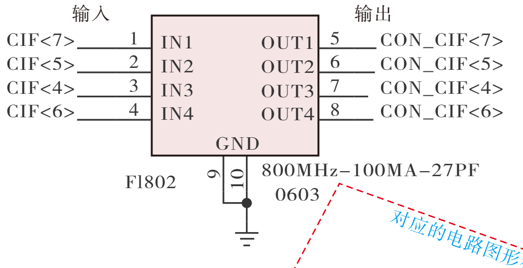
射频滤波器通常在接收机前端、发射机末端，对射频信号滤波。

EMI滤波器主要出现在基带部分的按键、显示、数据接口等信号线上，抑制高频干扰。

EMI滤波器

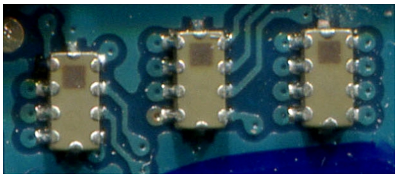
手机电路图中的EMI滤波器比较容易识别：只有接地、多个输入与输出端（输入与输出相对应）。

手机电路板上的一些EMI滤波器也比较特别，通常由多个滤波器排列在一起。

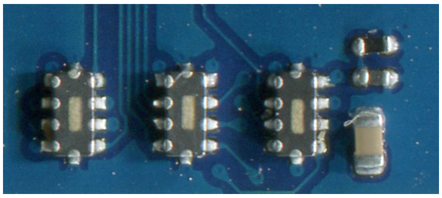


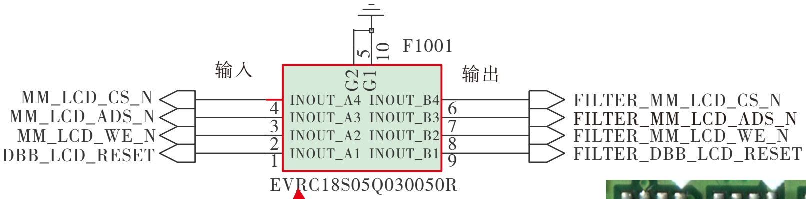
对应的电路图形符号

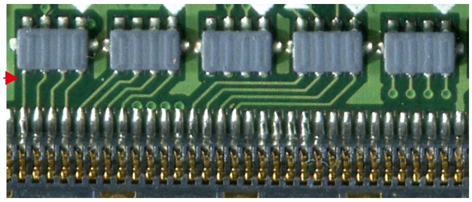
iPhone手机中的EMI滤波器



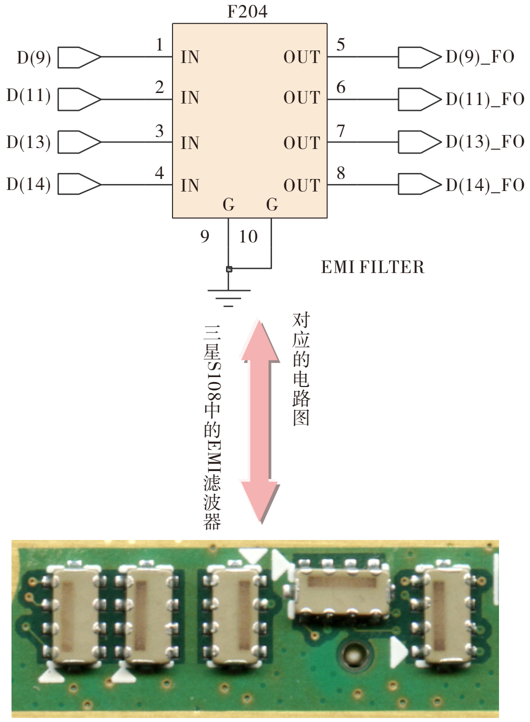
iPhone 3G手机中的EMI滤波器

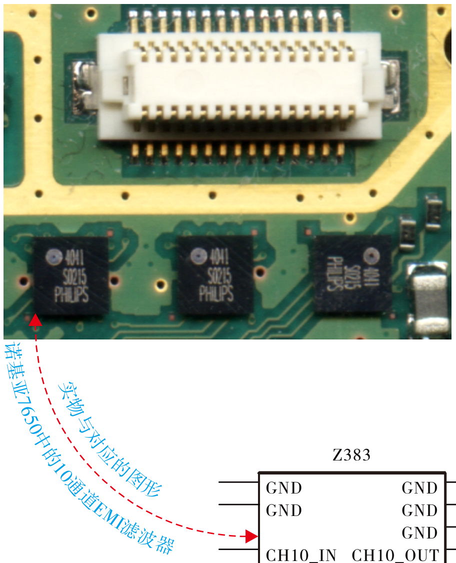




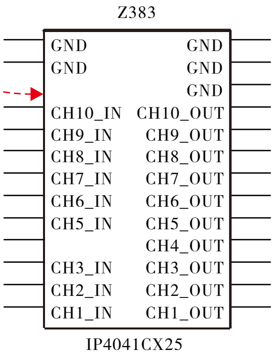


KD876中的EMI滤波器及对应的电路图





有些EMI滤波器为芯片封装形式



在电路图中，EMI滤波器通常以字母F、Z、FL、L等加数字来表示。有时可能还会有EMI、FILTER、ESD等标注。

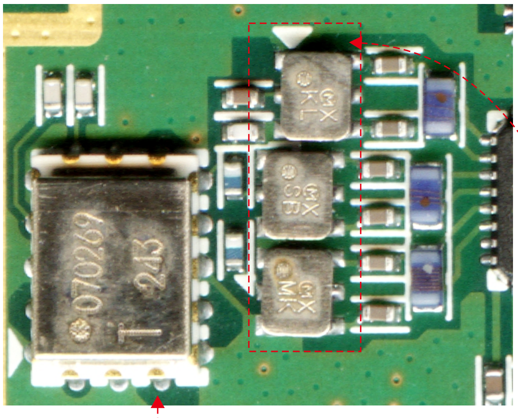
接收射频滤波器（RX）

在射频电路中，滤波器的运用是非常重要的。滤波器被用来选择性地通过或抑制某些信号。滤波器不仅能滤除不需要的信号，还能整形信号，提供电路之间的阻抗匹配。

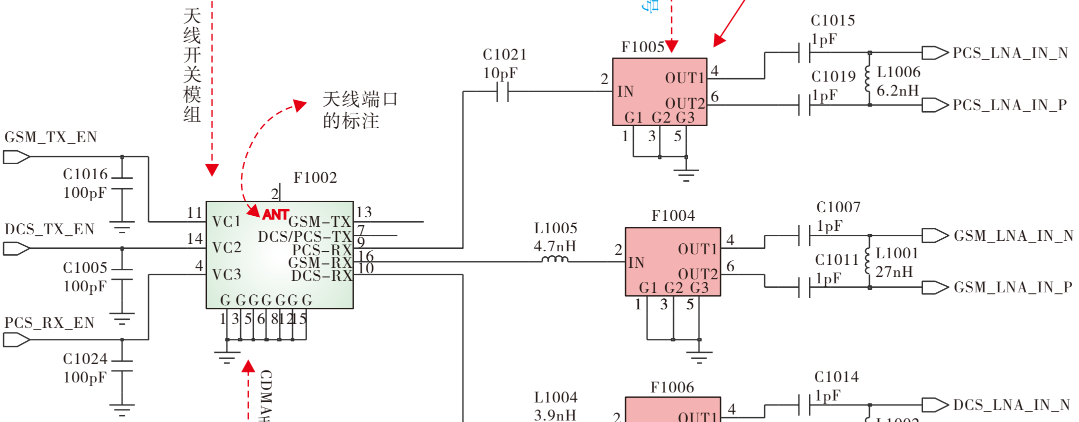
手机射频电路中的滤波器可分为接收射频滤波器、接收中频滤波器、发射中频滤波器、发射射频滤波器。

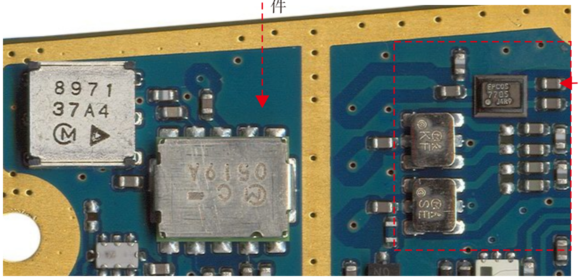
手机中的射频滤波器比较容易识别，大多具有金属外壳，靠近天线、射频芯片、功率放大器等部件。

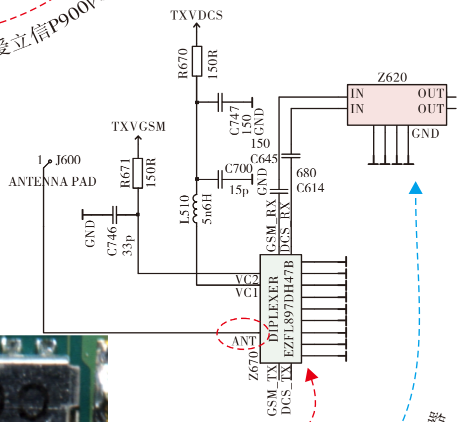
在手机电路图中，通常用FL、F、Z、L等字母加数字来表示射频滤波器。

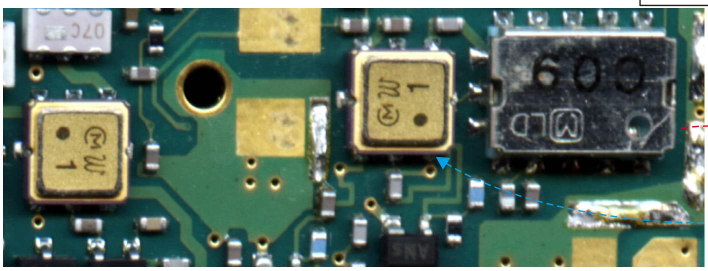


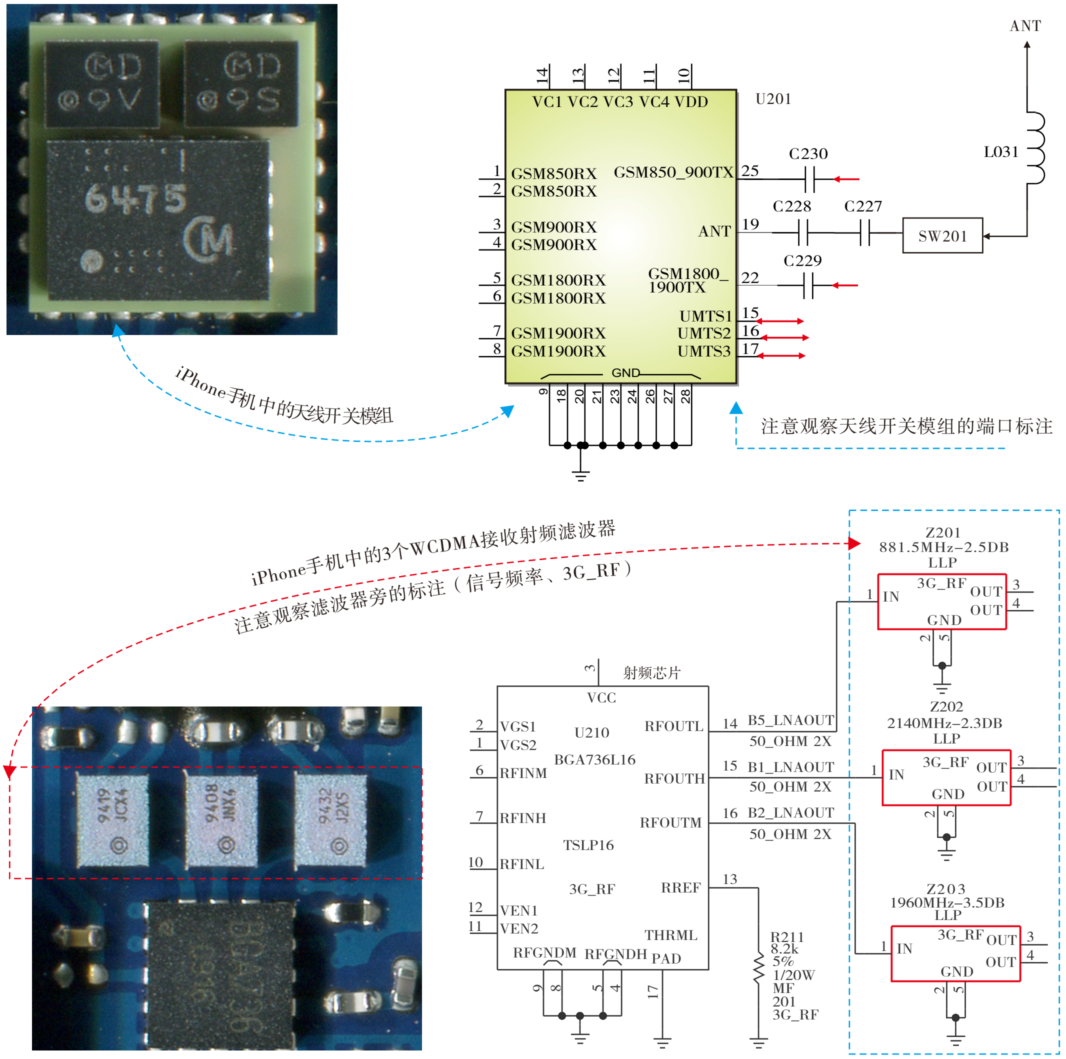
典型的单端输入、双端输出接收射频滤波器，输出为差分射频信号。在检修时不能简单地将滤波器的输入输出端短路。RX、GSM、PCS、DCS、LNA、850、900、1800、1900等都可能出现在它的电路标注中。











发射射频滤波器(TX)

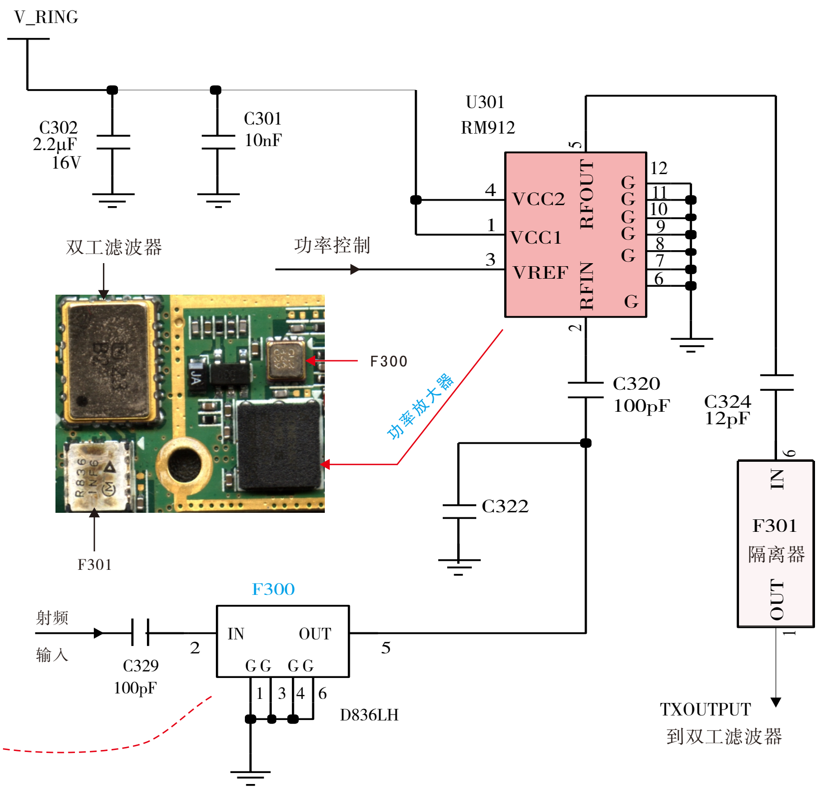
手机中的发射滤波器位于发射功率放大器输入端或输出端。发射射频滤波器有三种情况：

第一种情况是，发射射频滤波器只起滤波的作用。

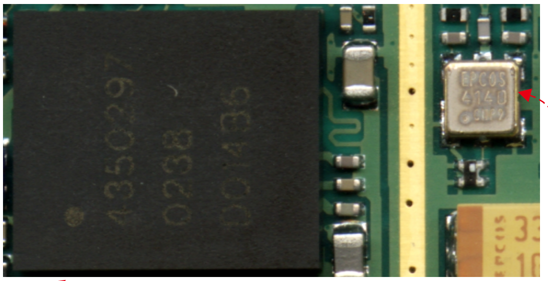
第二种情况是，发射射频滤波器是复合器件，有两个输入信号端口，一个输出信号端口。除滤波外，还将双端差分射频信号转化为单端射频信号。

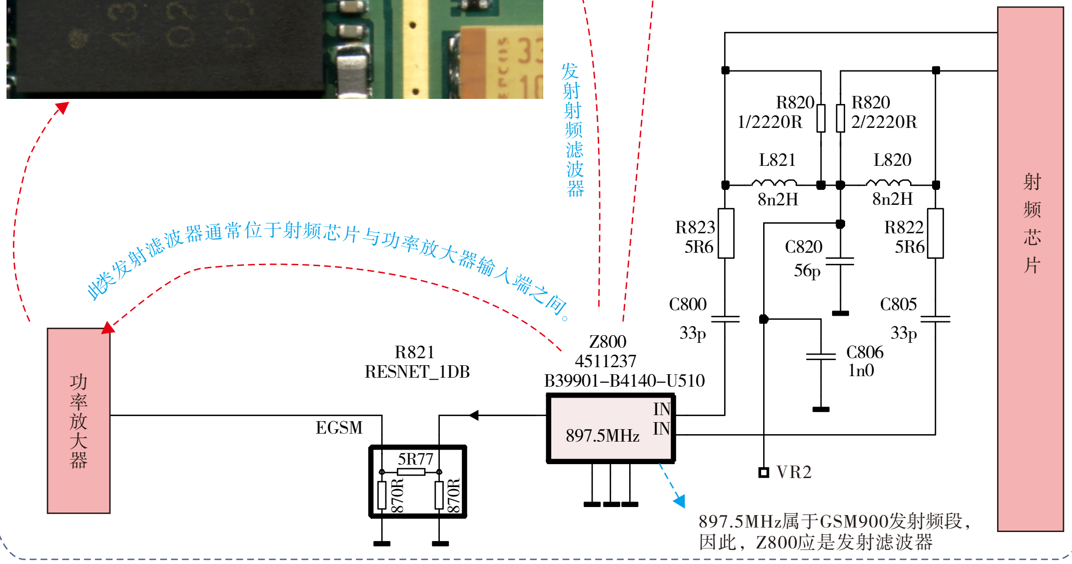
第三种情况是，发射射频滤波器是复合器件，集成了多个频段的滤波电路，有多个输入信号端口、多个输出信号端口。

F300是发射射频滤波器，位于功率放大器输入端。有一个输入端口、一个输出端口，只起滤波的作用。如今的手机中比较少见。



发射射频滤波器有两个输入信号端口，一个输出信号端口。该射频滤波器既对发射射频信号滤波，又对信号进行组合（或者说是对射频信号进行平衡—非平衡变换）。

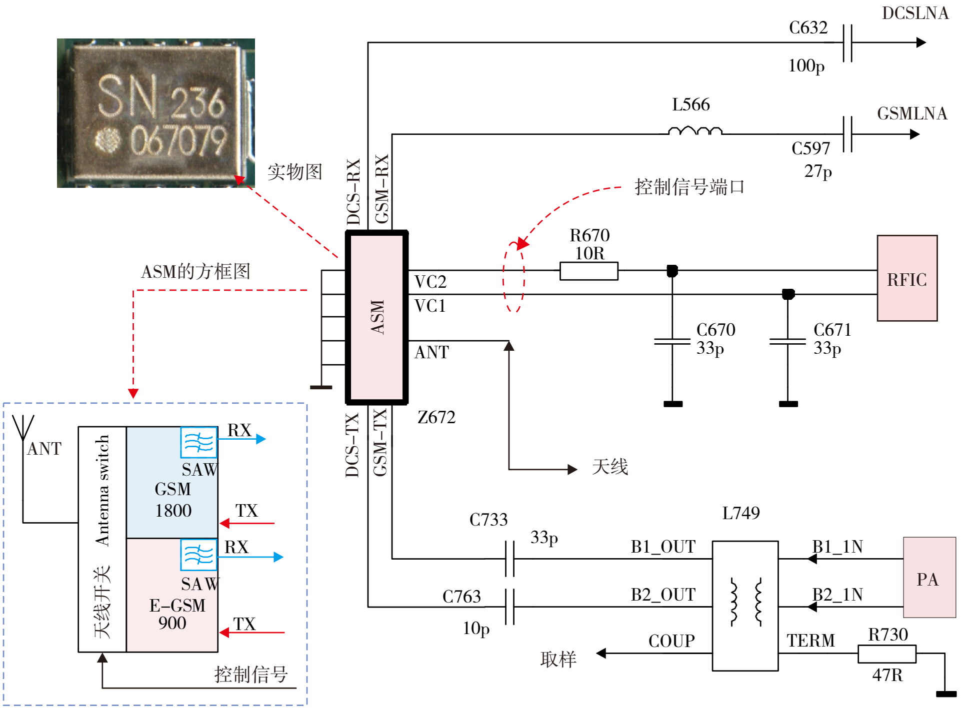




1.8 天线开关模组

天线开关模组（ASM）是一个复合器件，它集成了天线开关、接收（或发射）射频滤波器。ASM的一个端口肯定是连接到天线（ANT）方向的。

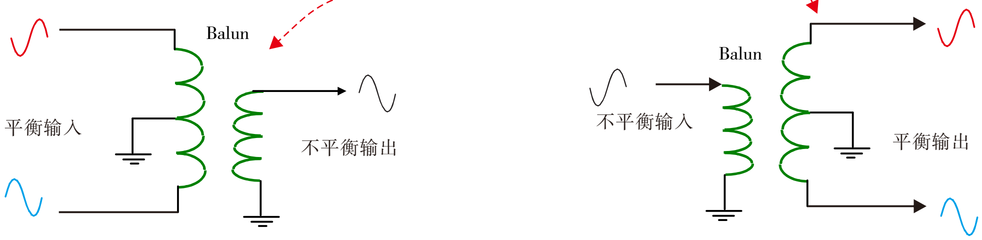
不论是哪种类型的天线开关（或天线开关模组），都有控制信号端口，其控制信号都是脉冲信号，可以用示波器来检测。

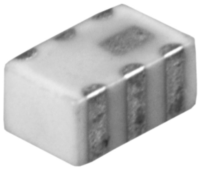


1.9 Balun

Balun是平衡—不平衡变换器，其图形符号类似于变压器的图形符号。

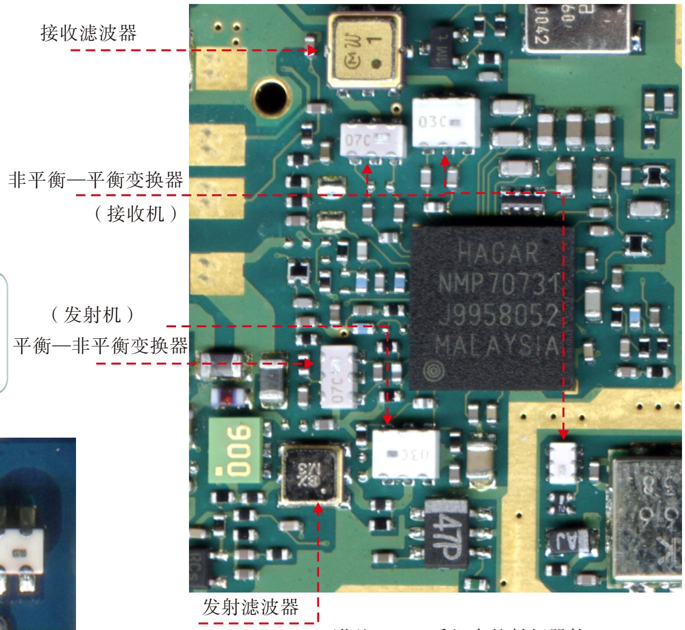
Balun将不平衡信号转换成平衡信号（位于接收机），或者需要将平衡信号转换成不平衡信号（位于发射机）。



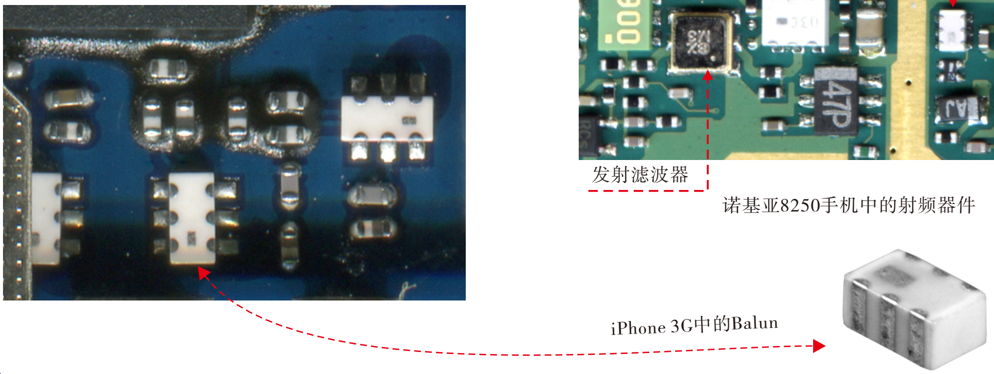


Balun实物图

Balun通常都是白色长方体，可以看到6个信号端口。



诺基亚8250手机中的射频器件



iPhone 3G中的Balun

1.10　功率放大器

发射功率放大器（PA）将最终发射信号进行功率放大，以得到所需要的功率值，送到天线发射，保证在一定区域内的接收机可以收到满意的信号电平。

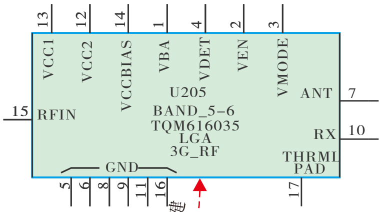
发射功率放大器用于发射机的末级，它输出的信号经匹配电路传输到天线，由天线将高频信号转化为高频电磁波辐射出去。

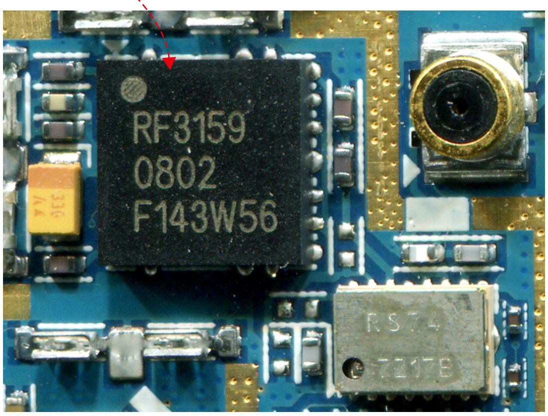
手机中一个完整的功率放大单元包括驱动放大、功率放大、功率控制等。早期手机中有采用分立元件功率放大电路的，如今的手机都是采用功率放大器模组（PAM）。功率放大器模组集成了驱动放大、功率放大电路，新型的功率放大器模组还集成了功率控制，输入、输出匹配电路。

功率放大器（PA）的体积通常比较大，靠近天线、天线开关；功率放大器模组上的标注通常都明显地指明了它是功率放大器，如含SKY、RF、PF、AWT、TQM等字母的型号标注，如SKY77328、AWT6202、RF9340、TQM7M4022。

在手机电路图中，PA电路通常有PA、PAC、VAPC、APC、RAMP、PWRLEVER、BIAS、VDET等标注。

三星G608内的4频段GSM功率放大器模组

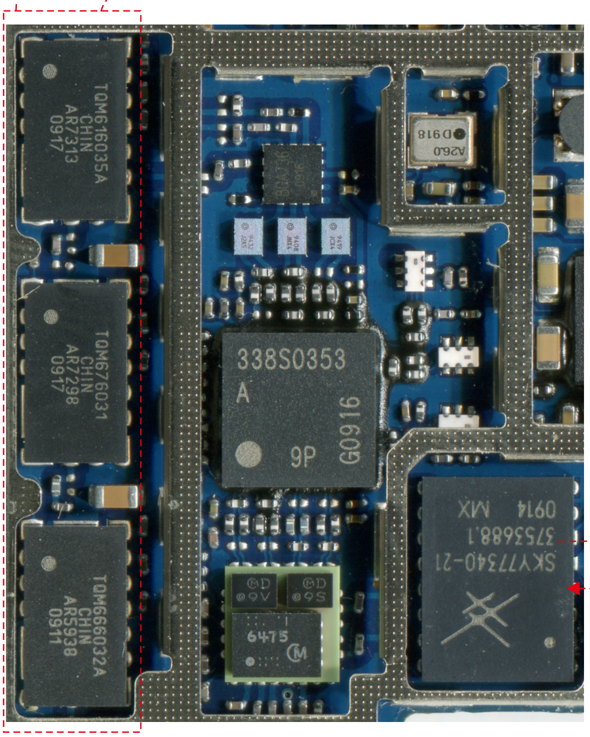


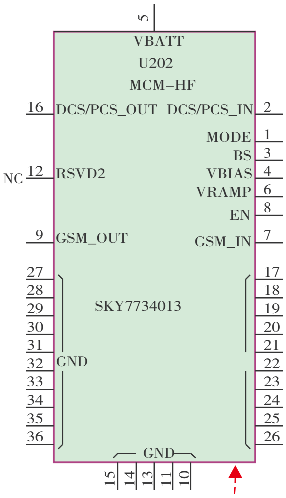


ANT、VMODE、VDET、VCCBIAS是识别关键

TQM616035的电路图形符号

iPhone 3G内的3个CDMA功率放大器模组

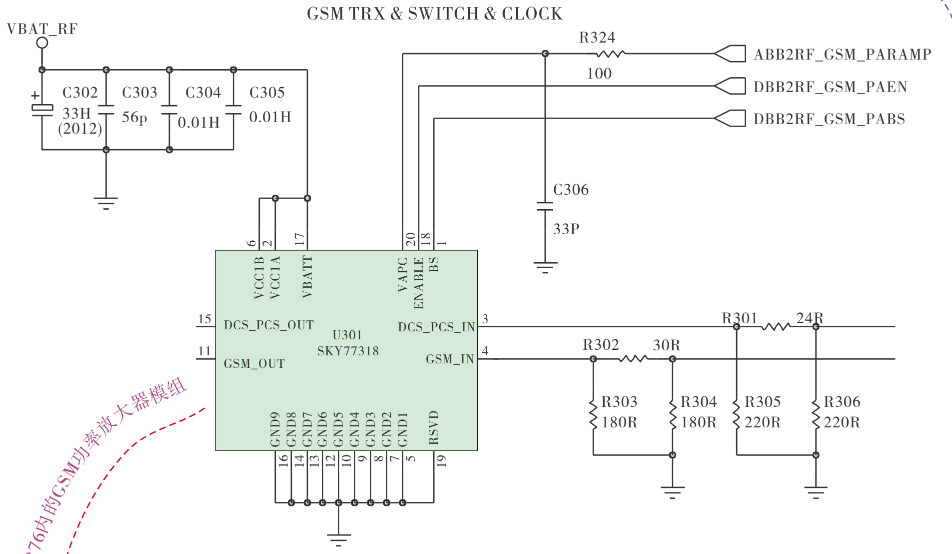




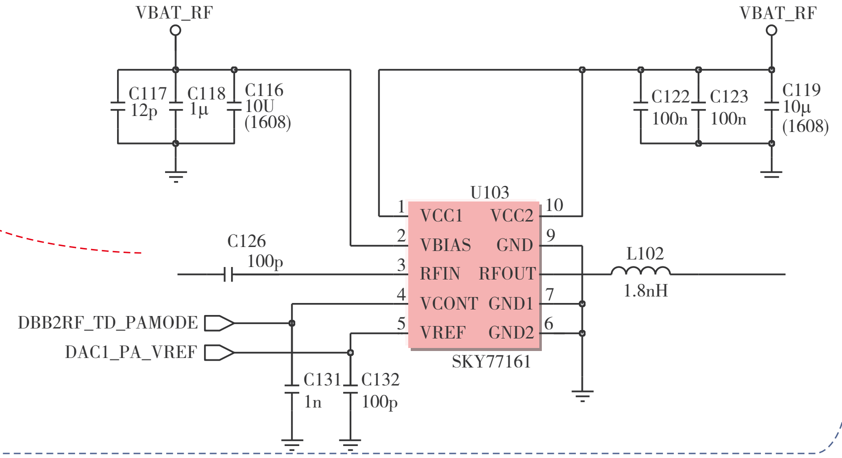
电路图形符号

SKY77340、VRAMP、VBIAS是识别关键

iPhone 3G内的GSM功率放大器模组



除发射射频输入与输出端口外，功率放大器模组通常有多个电源端口、多个控制信号端口。控制信号端口是识别PA电路、检修PA电路的一个要点。



1.11 集成电路

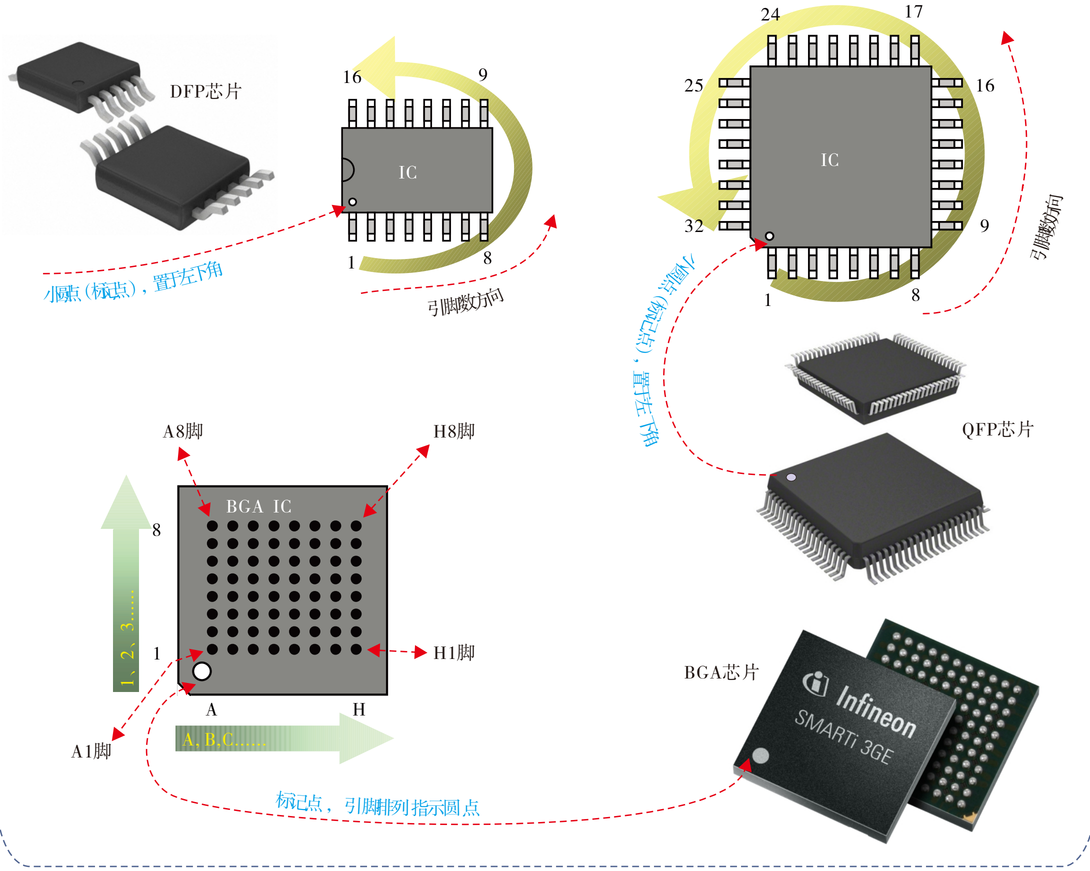
集成电路（IC）在手机中广泛应用，大大地减少了手机元器件的数量及缺陷机会，并使手机电路板面积越来越小，整机的体积随之缩小。

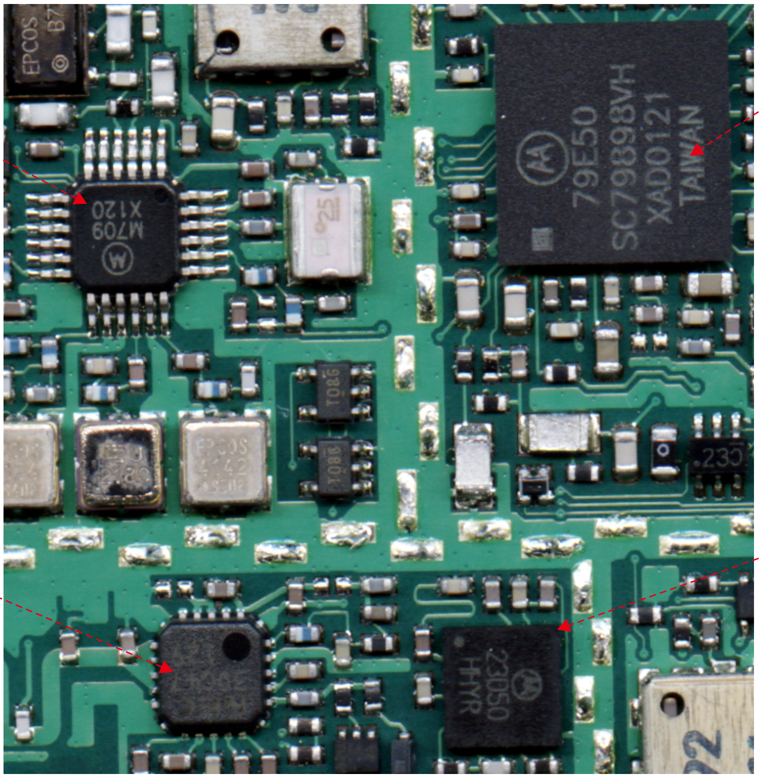
集成电路内部电路比较复杂，不易准确描述。在实际中，我们通常只将集成电路作为一个单个元件看待，其相应的管脚对应着相应的功能与设置。在电路图中，集成电路以U、IC、N等字母加数字作为标志。

在手机中，集成电路主要采用扁平封装：双列扁平封装（DFP）和四面双列扁平封装（QFP）；由扁平封装改进而得的LFCSP/QFN；BGA（球状焊锡阵列）封装。

扁平封装集成电路的两面或四边对称布置扁平引脚，所有引脚与芯片底部处于一个平面上，这样有利于PCB 的SMT（表面贴装）制造技术。

BGA集成电路的所有引脚处于芯片底部，呈规则网格阵排列，管脚为焊锡球，在焊接时焊锡球熔化，完成焊接。

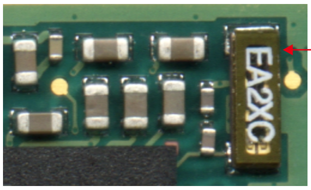


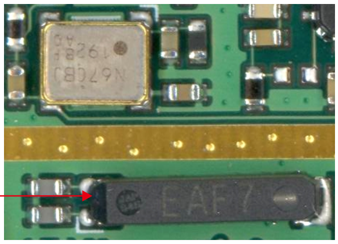


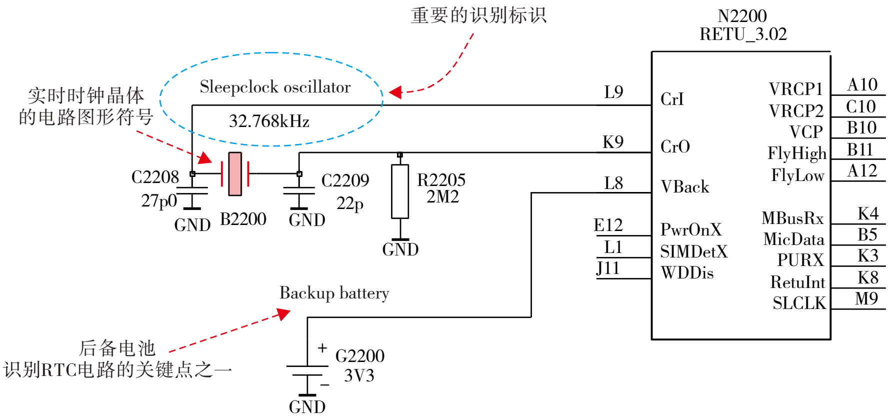
1.12　实时时钟晶体

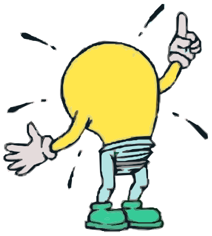
在手机中，有两种晶体振荡器：实时时钟晶体振荡器、系统时钟振荡器（也被称为参考振荡器）。

手机中的实时时钟（RTC）晶体是比较容易识别的。手机中的实时时钟晶体通常呈长方体或圆柱体，被设计在基带单元，通常在电源芯片或基带芯片旁。







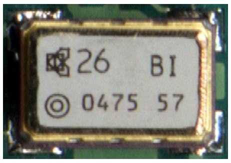


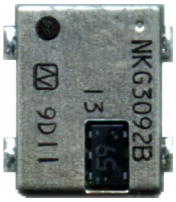
电路中通常有32k、32.768、RTC、OSC32等标注，实时时钟单元输出的实时时钟信号则通常被标注为SLCLK、RTCCLK、SLEEPCLK。

若实时时钟电路工作不正常，可能导致手机出现不开机的故障、射频故障。

1.13 参考振荡器

在手机中，参考振荡器（系统时钟）采用的是振荡器组件，系统时钟电路也是晶体振荡电路，晶体与振荡电路被封装在一起。





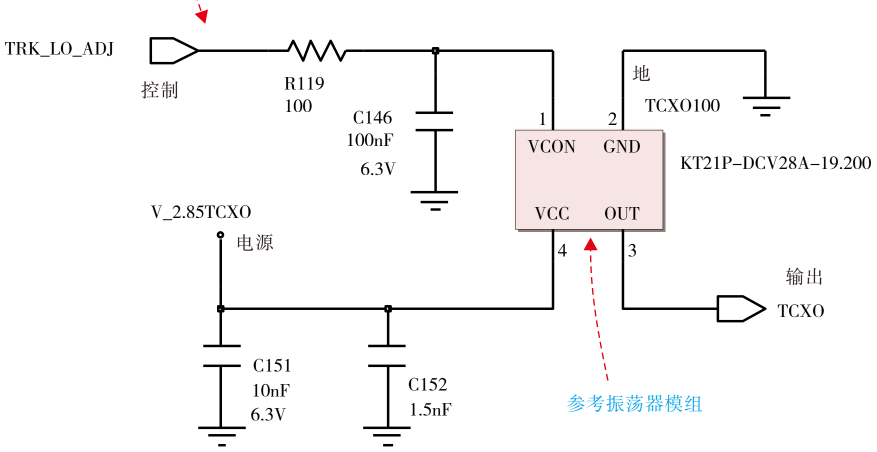
参考振荡器模组

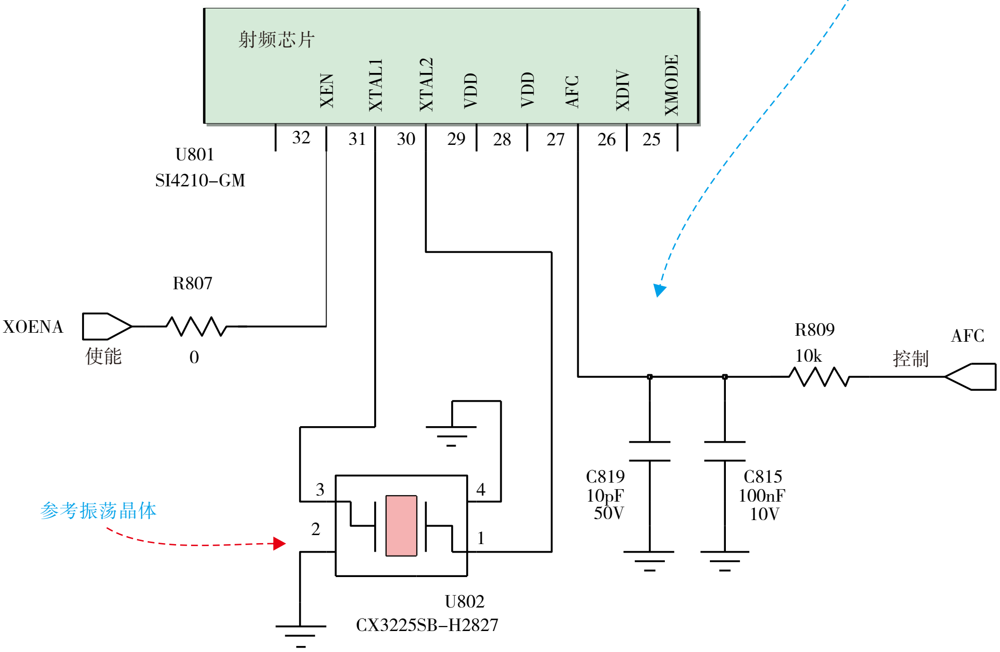
参考振荡器通常会有13、26、38.4等频率标注。在电路图中，参考振荡器的控制信号线上，通常有AFC、AFCOUT、VCXOCONT、TRK_LO_ADJ或VCONT等英文标注。在时钟电路的输出信号线路上，通常会有RFCLK、REF_CLK、26MHz、13MHz、19.68MHz、19.2MHz、38.4MHz、D_REF_CLK、MCLK、CLK13M、26MHz_MCLK、TCXO等标注。

两种典型的参考振荡器电路：

1.使用参考振荡器模组，为一个独立的振荡电路。

2.使用参考振荡晶体，与射频芯片内的电路一起构成振荡电路。





第2章　手机刷机操作

所谓“手机软件”是指存储在手机中的EEPROM、ROM、FLASH等存储器中的程序资料，这些软件资料基本上都是手机厂家编写的用于手机工作所必需的一些程序代码。

手机维修软件则属于工具软件，有手机厂家自己编写的用于生产维修测试的程序，也有外界的程序员编写的用于手机故障处理的程序，我们可以利用它们将有关手机运行的一些程序输入到EEPROM或FLASH存储器中。

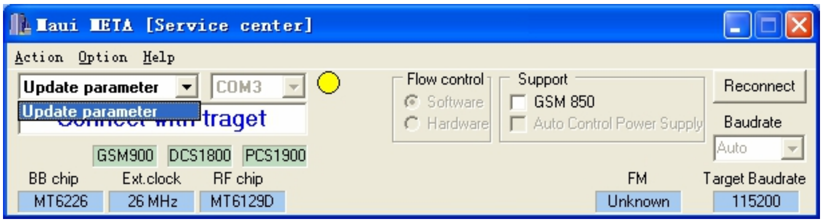
各品牌手机通常都有自己专门的工具软件

苹果手机的 iTunes

黑莓手机的桌面管理器
（Blackberry Desktop Manager）

诺基亚的Phoenix

MTK平台的META



手机的维修软件可分为两大类：

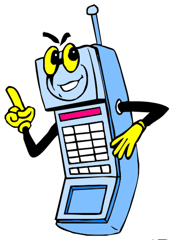
❶ 主要用于手机软件资料的备份、恢复、升级等，这是真正意义上的软件维修，如苹果手机的iTunes、黑莓手机的桌面管理器。

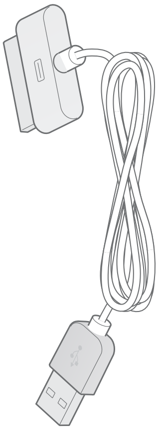
❷ 具有第❶类的功能，同时还可用于手机测试、调试与维修，如诺基亚的Phoenix，MTK平台的META软件。

数据线

任何手机维修软件的使用都离不开数据线。数据线是多种多样的，有直接连接手机与PC的，有通过接口盒连接手机与PC的。

能供一般手机用户进行数据操作的数据线通常是直接连接手机与PC的。这些数据线不外乎为两种，一种是USB数据线，另一种是232数据线（串口数据线）。目前大多数手机都是使用USB数据线。





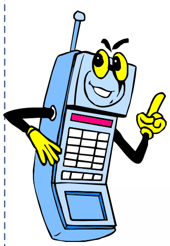
iPhone手机的USB数据线

串口数据线

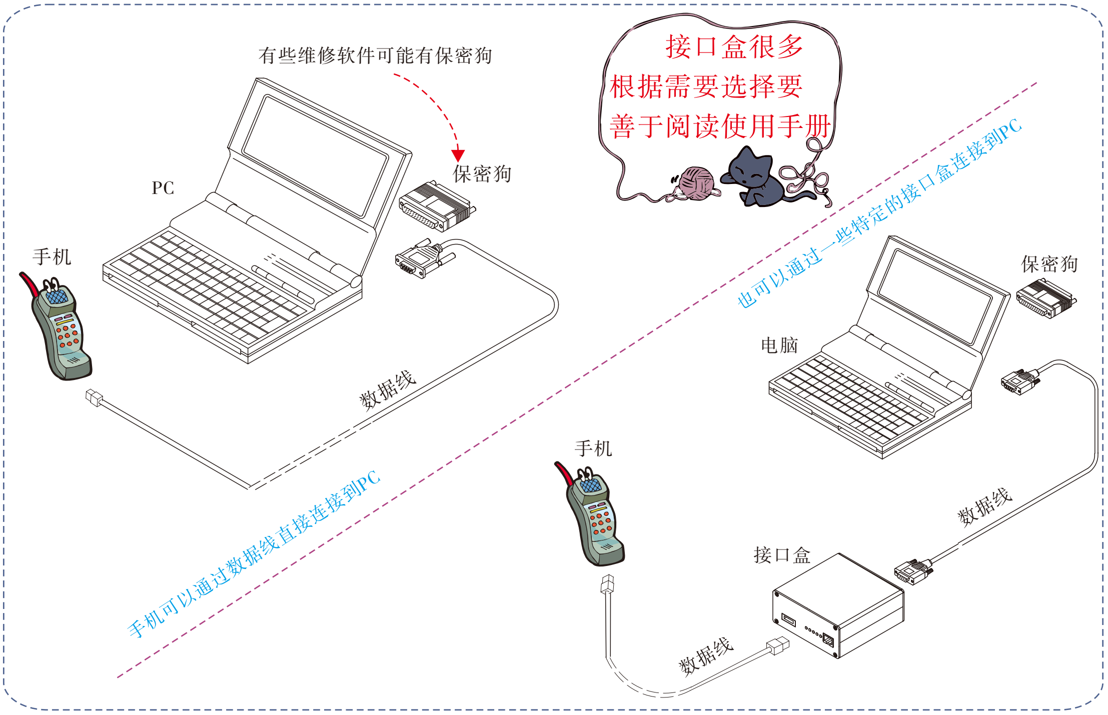
USB数据线

接口盒

在进行一些软件维修的操作时，除了维修软件、数据线外，可能还需要接口盒的支持。



社会上的手机维修人员所用的接口盒通常都是由第三方设计的。

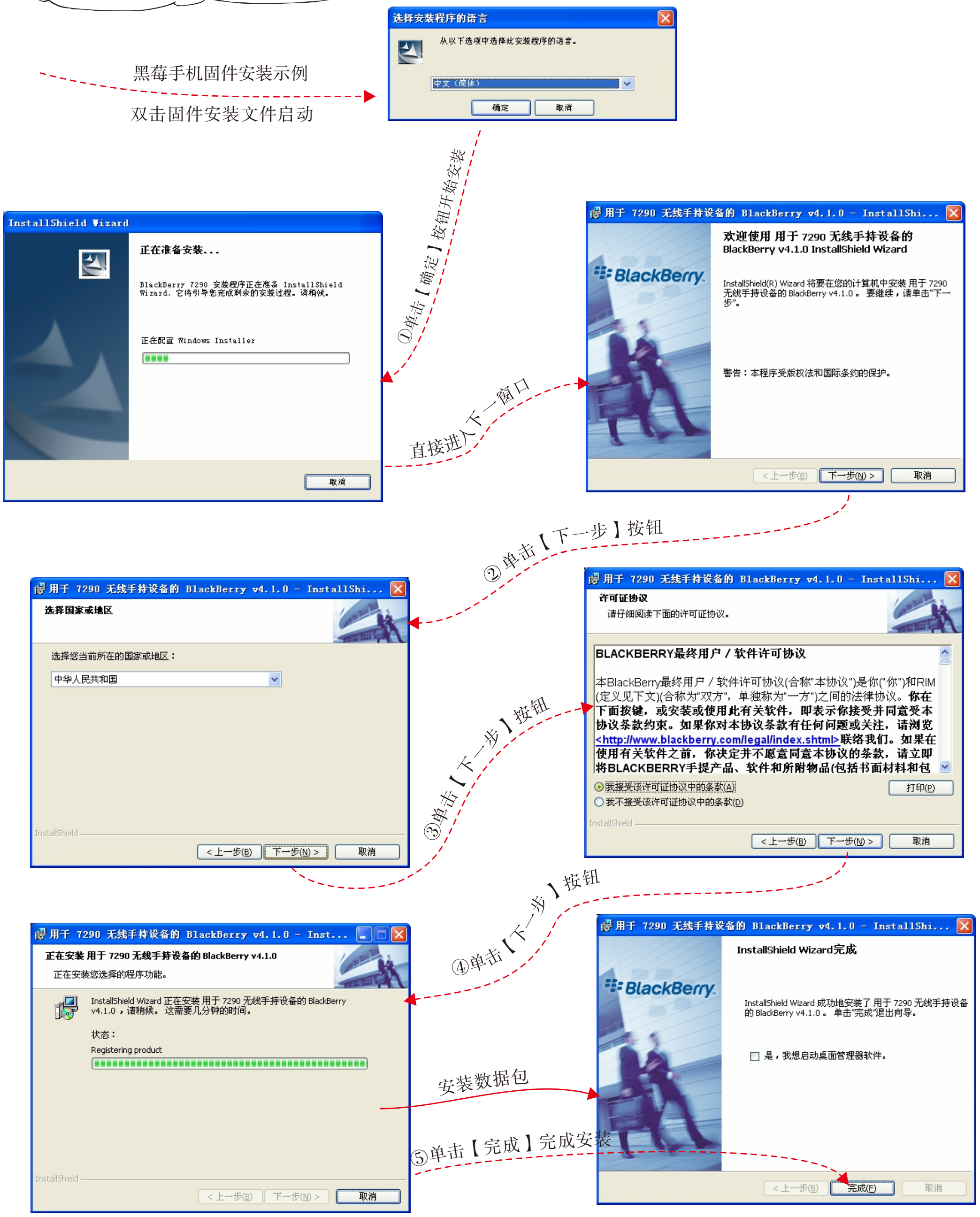

有些维修软件可能有保密狗
接口盒很多
根据需要选择要
善于阅读使用手册
PC
保密狗
手机
数据线
手机可以通过数据线直接连接到PC
也可以通过一些特定的接口盒连接到PC
保密狗
电脑
手机
接口盒
数据线
数据线

用于手机固件升级/恢复的工具软件的安装比较简单：用鼠标双击安装程序，按照提示操作即可。
iTunes + QuickTime
欢迎使用 iTunes 安装程序
①单击【下一步】按钮
许可协议
②单击【下一步】按钮
apple的iTunes安装示例
安装选项
③单击【安装】按钮
恭喜您！
④单击【结束】按钮完成安装

手机固件

一些手机的固件（数据包）需要先安装到PC，然后才可以进行升级操作，如诺基亚的Datapackage与黑莓手机的ROM文件。

安装固件的操作很简单，双击固件的安装文件，进行简单的选择，单击【下一步】按钮即可完成安装。



① 从网上下载最新版本的固件以及用于固件升级的工具软件，保存至PC。

② 预先安装好工具软件（注意，有些手机的固件也是需要安装到PC的）。

③ 把需要刷新的设备连接PC。

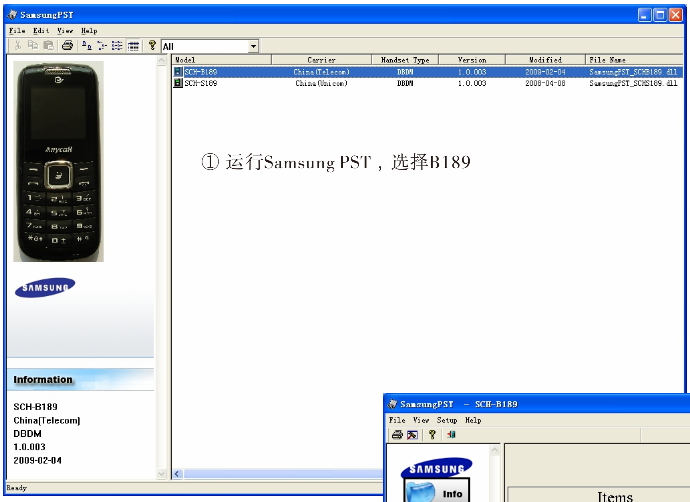
④ 启动刷机软件，载入新的固件，对目标手机进行刷机操作。

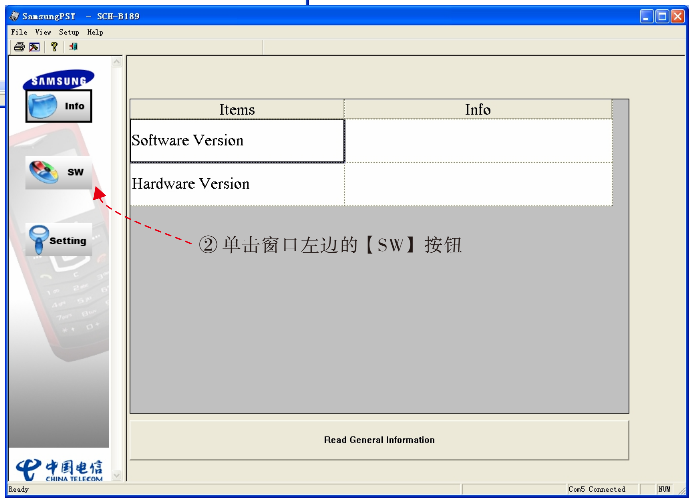
⑤ 关闭刷机软件，操作结束。

刷机操作比较简单

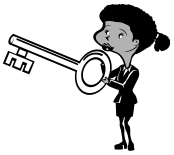
在进行刷机操作的过程中，有些手机需要通过按键操作，使手机进入某个特定的状态，如iPhone 手机的DFU模式、三星手机的下载模式。

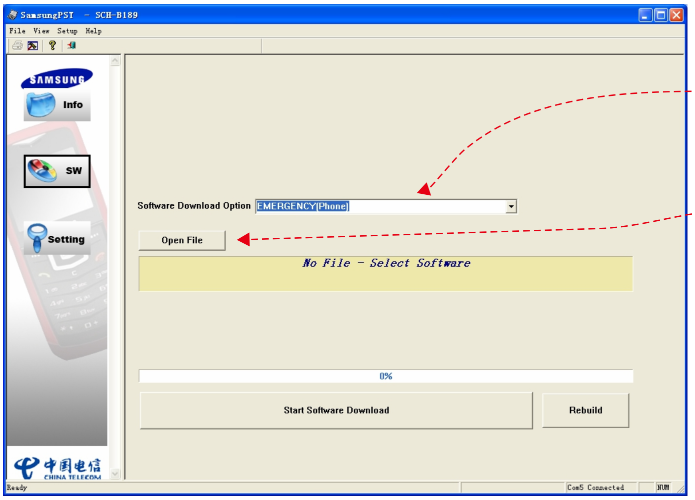
三星SCH-B189刷机示例





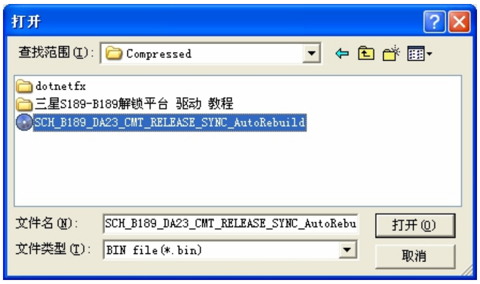
③ 使手机处于关机状态，然后同时按手机的数字按键“9”与开关键，使手机进入DOWNLOADING MODE（下载模式）。



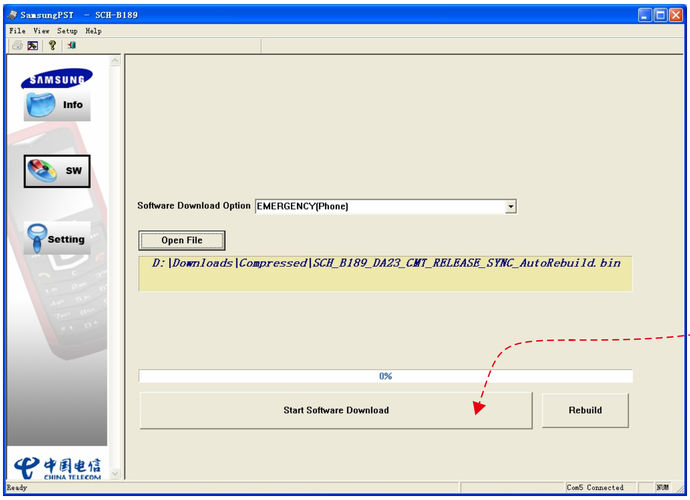


④在“Software Download Option”项目里选择EMERGENCY（Phone）

⑤单击【Open File】按钮



⑥在“打开”窗口中找到要进行刷机操作的bin文件，如示例中的SCH_B189_DA23_CMT_RELEASE_SYNC_AutoRebuild.bin。



⑦单击Start Software Download按钮，刷机操作开始。

⑧到进度显示100%时，依次按手机的以下按键：Menu（菜单）、9、7、8个0、2。

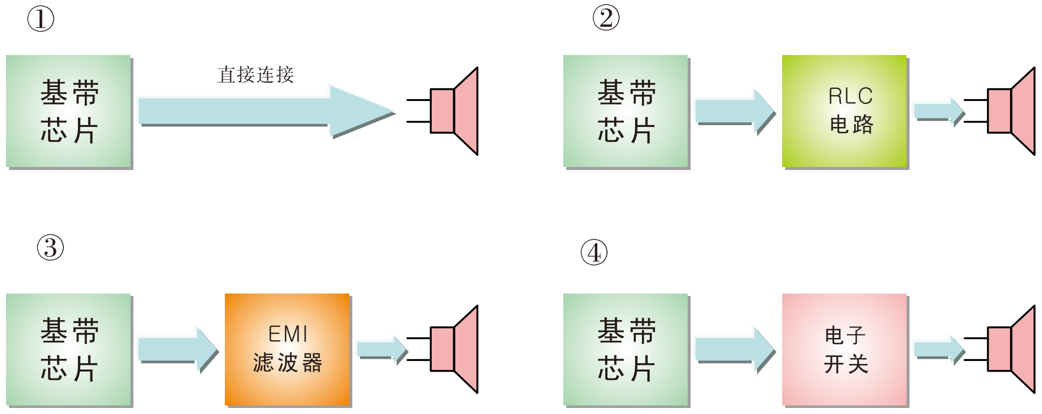
⑨显示该窗口时，刷机操作成功。

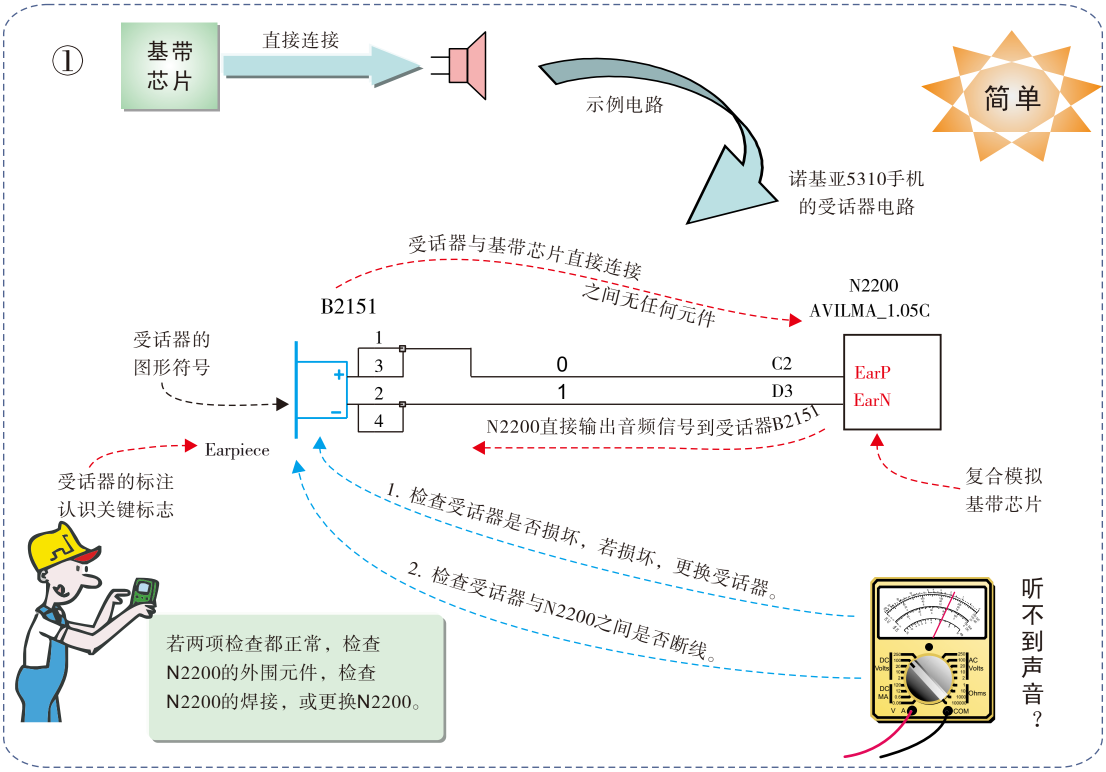
第3章　音频电路与故障

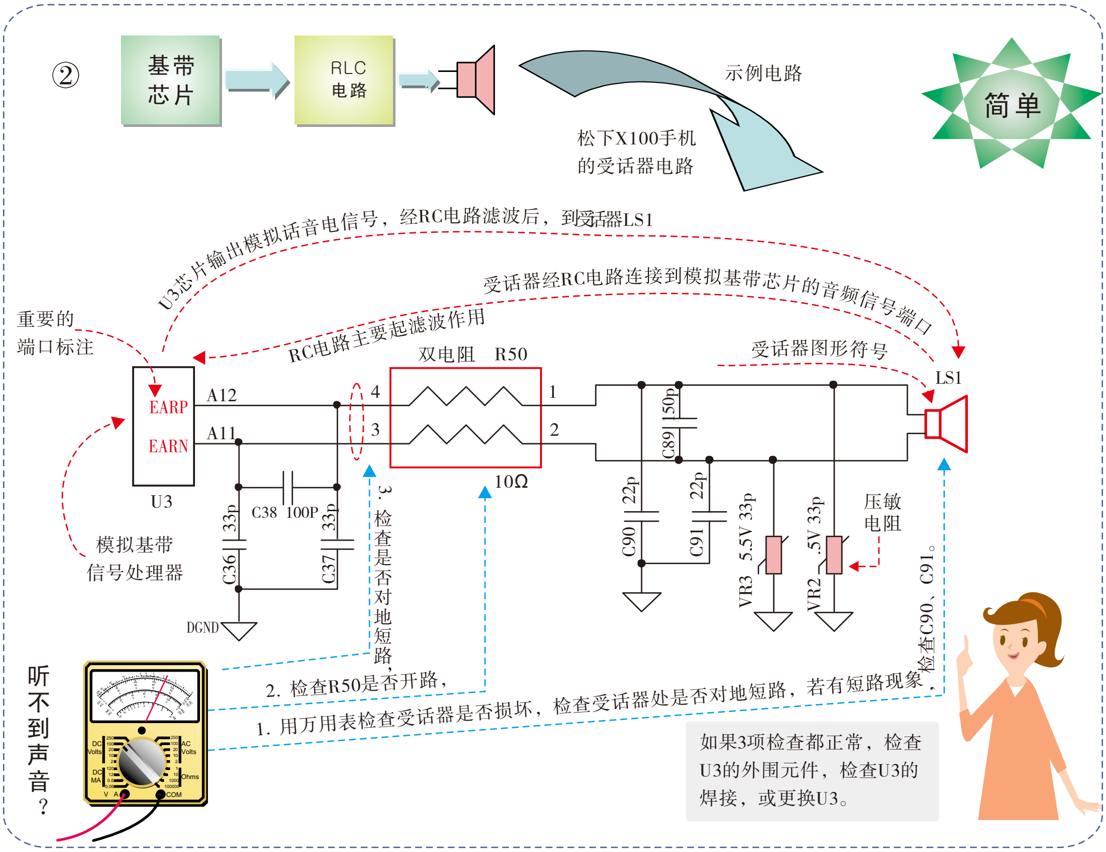
3.1 受话器音频

受话器与电路之间的连接方式通常是：弹簧片接触、插头连接、直接焊接

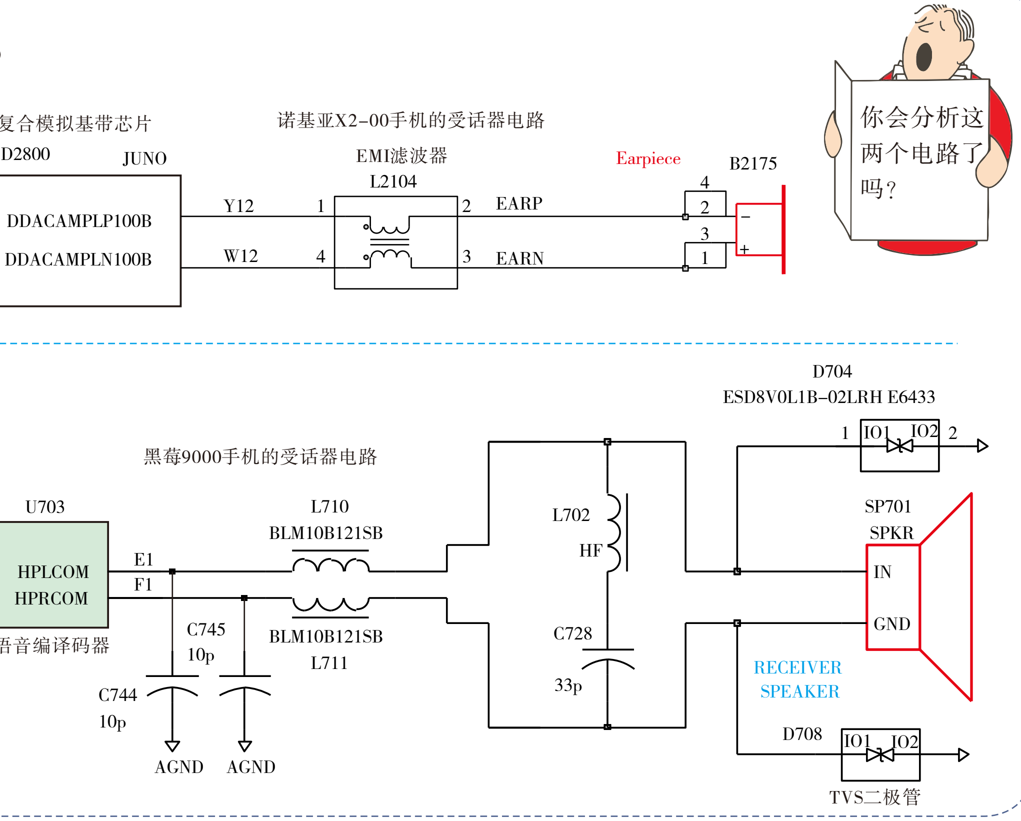
受话器、受话器电路通常被标注为receiver、EAR、Earpiece、EARSPK等。
信号线中通常标注SPK、RCV、EAR、EARSPK等。
在手机中，受话器音频线路通常比较简单，有如下几种情况：




①
基带
芯片
直接连接
示例电路
简单
诺基亚5310手机
的受话器电路
受话器与基带芯片直接连接
之间无任何元件
B2151
N2200
AVILMA_1.05C
受话器的
图形符号
1
3
2
4
0
1
C2
D3
EarP
EarN
N2200直接输出音频信号到受话器B2151
Earpiece
受话器的标注
认识关键标志
复合模拟
基带芯片
1. 检查受话器是否损坏，若损坏，更换受话器。
2. 检查受话器与N2200之间是否断线。
若两项检查都正常，检查
N2200的外围元件，检查
N2200的焊接，或更换N2200。
听
不
到
声
音
？

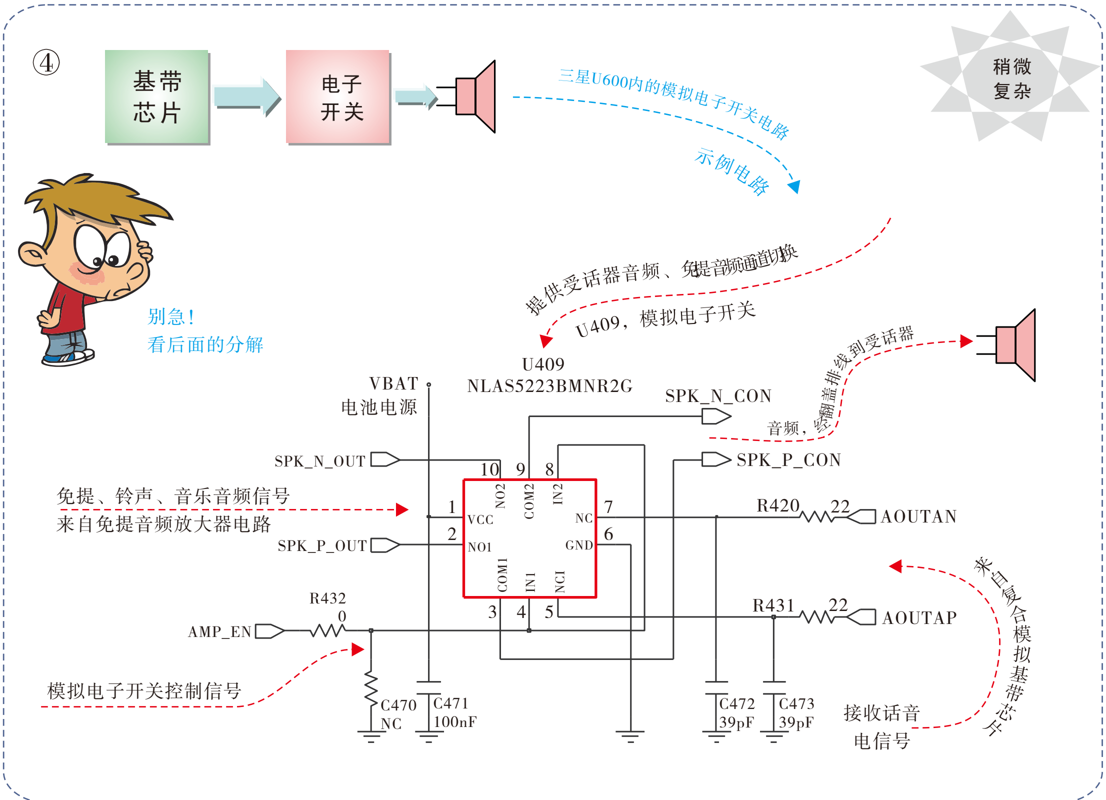

②
基带
芯片
RLC
电路
示例电路
简单
松下X100手机
的受话器电路
U3芯片输出模拟话音电信号，经RC电路滤波后，到受话器LS1
受话器经RC电路连接到模拟基带芯片的音频信号端口
RC电路主要起滤波作用
重要的
端口标注
双电阻　R50
受话器图形符号
LS1
EARP
EARN
A12
A11
U3
4
3
1
2
10Ω
C38　100P
C36
33p
C37
33p
DGND
C90
22p
C91
22p
C89
150p
VR3　5.5V 33p
VR2　5.5V 33p
压敏
电阻
模拟基带
信号处理器
3. 检查是否对地短路，
2. 检查R50是否开路，
1. 用万用表检查受话器是否损坏，检查受话器处是否对地短路，若有短路现象，
检查C90、C91。
如果3项检查都正常，检查
U3的外围元件，检查U3的
焊接，或更换U3。
听
不
到
声
音
？

③

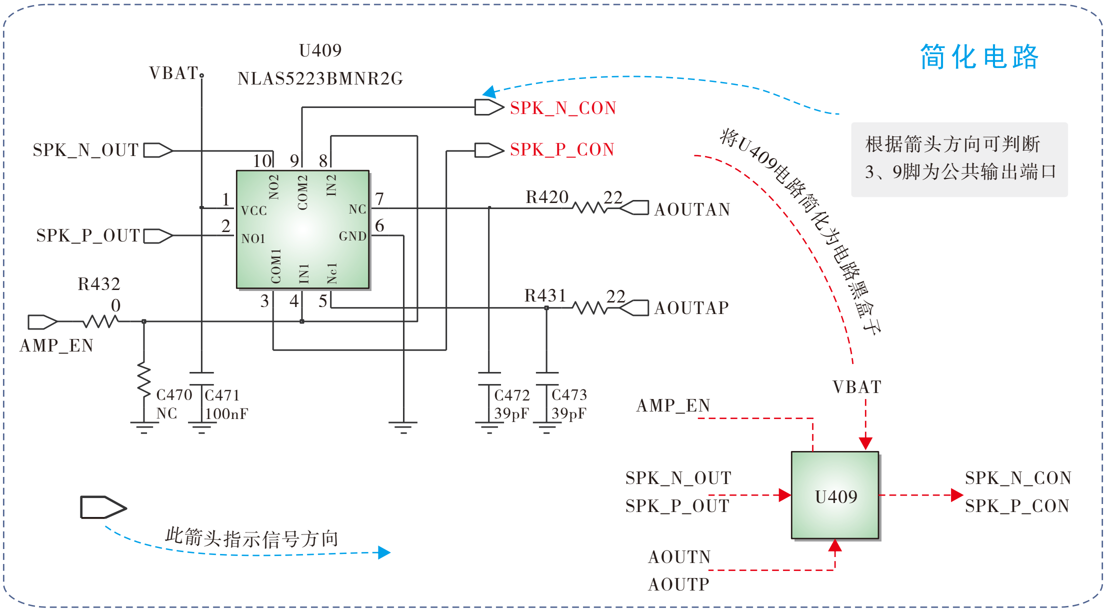


你会分析这两个电路了吗？
复合模拟基带芯片
D2800
JUNO
DDACAMPLP100B
DDACAMPLN100B
诺基亚X2-00手机的受话器电路
EMI滤波器
L2104
Y12
W12
EARP
EARN
Earpiece
B2175
黑莓9000手机的受话器电路
U703
HPLCOM
HPRCOM
语音编译码器
E1
F1
L710
BLM10B121SB
BLM10B121SB
L711
C745
10p
C744
10p
AGND
AGND
L702
HF
C728
33p
D704
ESD8V0L1B-02LRH E6433
IO1
IO2
SP701
SPKR
IN
GND
RECEIVER
SPEAKER
D708
TVS二极管

④



基带芯片
电子开关
稍微复杂
三星U600内的模拟电子开关电路
示例电路
别急！
看后面的分解
提供受话器音频、免提音频通道切换
U409，模拟电子开关
U409
NLAS5223BMNR2G
VBAT
电池电源
SPK_N_CON
SPK_P_CON
SPK_N_OUT
SPK_P_OUT
音频，经翻盖排线到受话器
免提、铃声、音乐音频信号
来自免提音频放大器电路
VCC
NO1
NO2
COM2
IN2
NC
GND
COM1
IN1
NC1
R420
22
AOUTAN
R431
22
AOUTAP
R432
0
AMP_EN
模拟电子开关控制信号
C470
NC
C471
100nF
C472
39pF
C473
39pF
接收话音电信号
来自复合模拟基带芯片

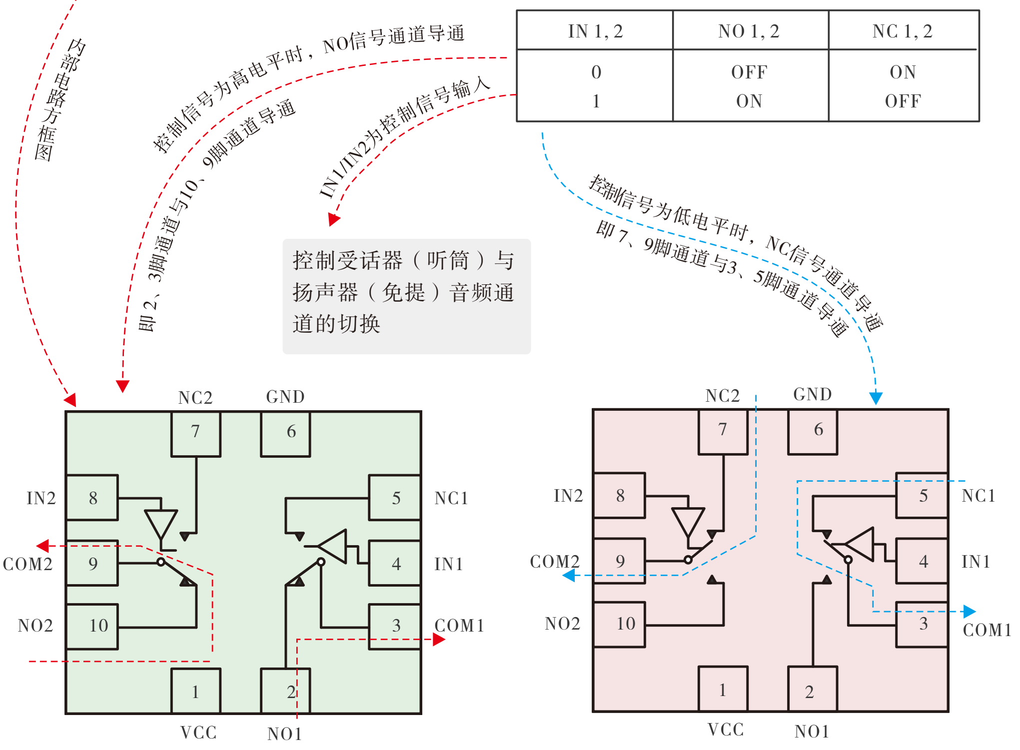


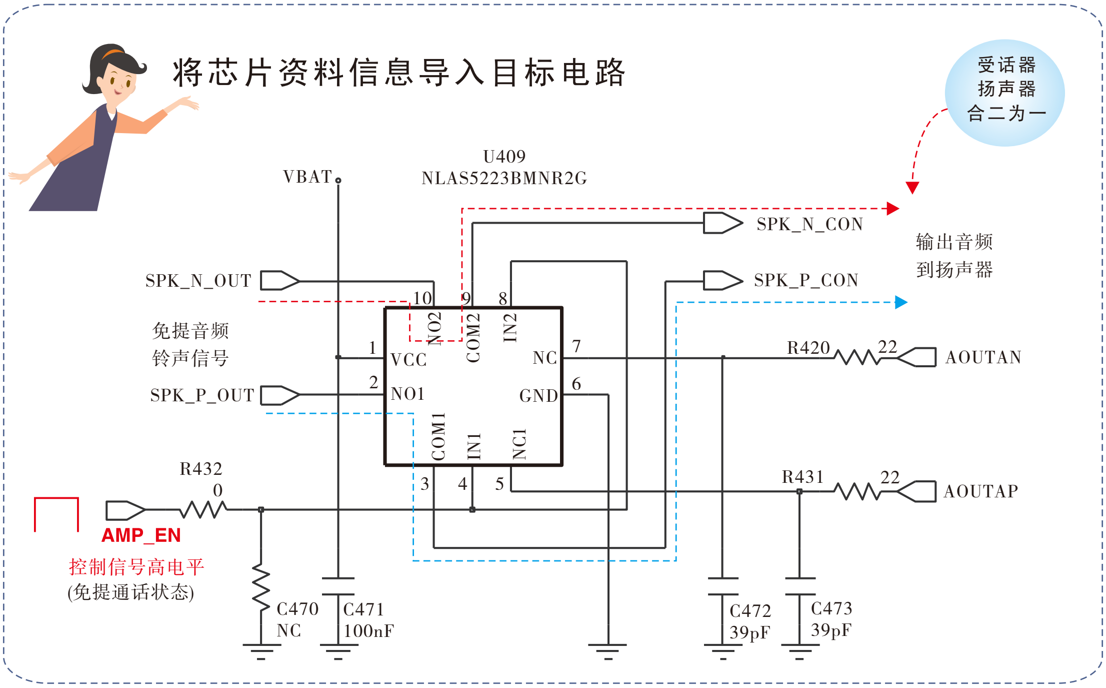
查找U409芯片的资料（datasheet）
得到如下有用信息

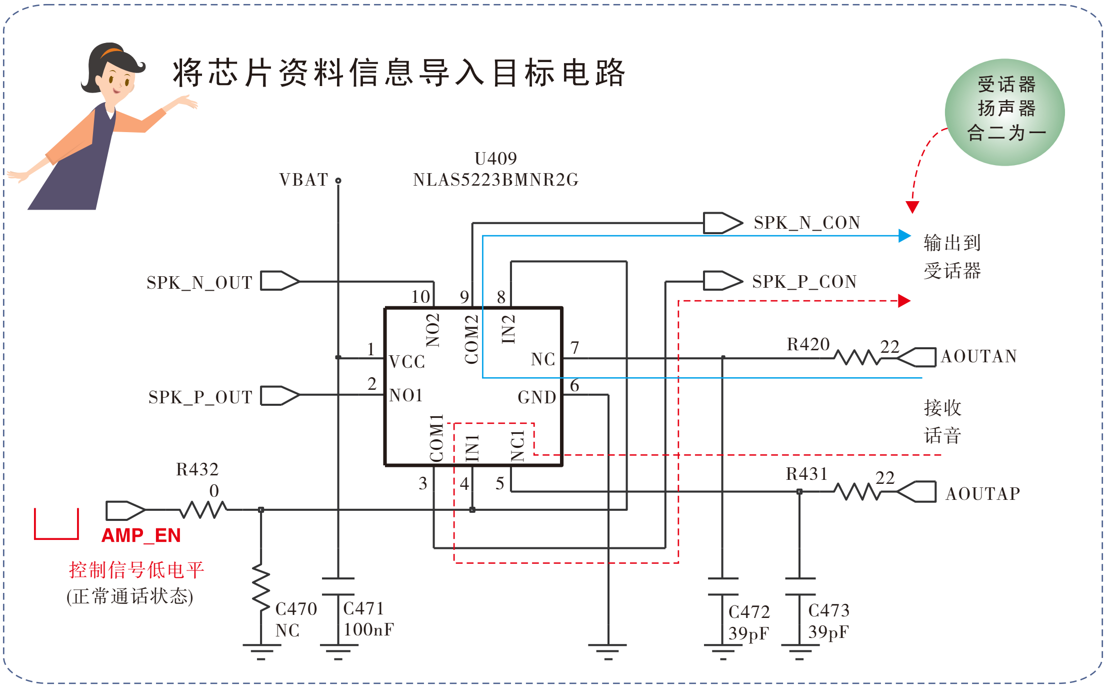
功能表（控制逻辑说明）

FUNCTION TABLE

IN 1, 2	NO 1, 2	NC 1, 2
0	OFF	ON
1	ON	OFF





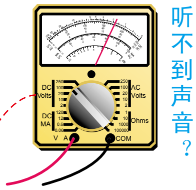


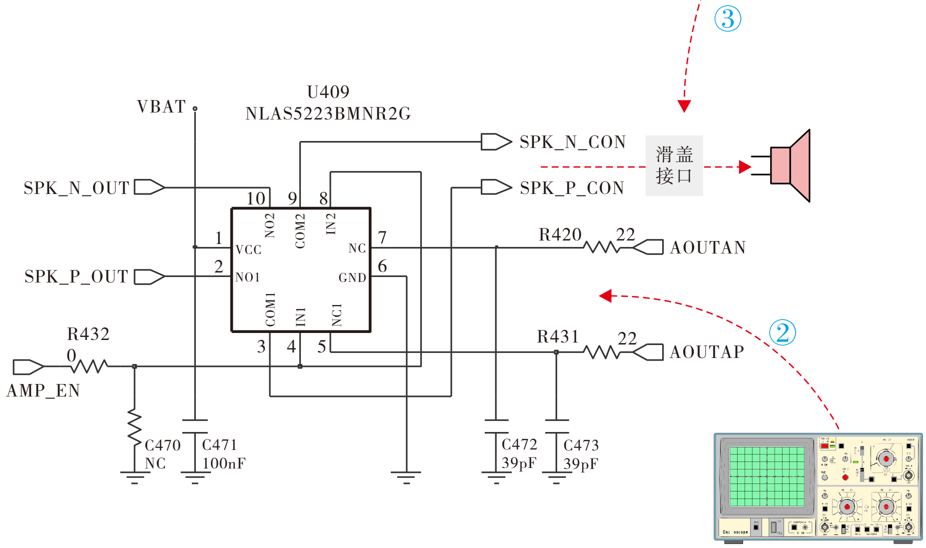
① 根据模拟电子开关电路图的端口标注、箭头指示可以进行一个简单的判断：箭头指示信号流向；相同字母标注的端口为同一组信号端口，如NO1、NO2。

② 控制信号只有高电平、低电平两种状态。

①检查免提是否正常，若免提正常，说明受话器正常，U409与受话器之间的线路正常。

②若免提正常，用示波器检查C472、C473处的信号是否正常，若信号正常，检查更换U409；若信号不正常，检查C472、C473是否短路，检查R420、R431是否开路。若元件正常，检查模拟基带信号处理器。

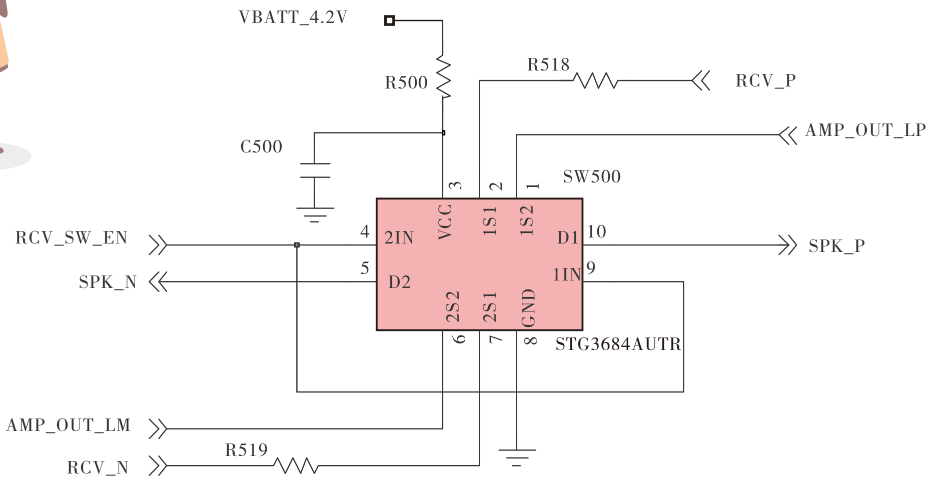




③若免提也不正常，检查受话器是否损坏，检查手机的滑盖接口及其排线，或检查更换U409（两个音频信号通道同时出现问题的几概很小）。

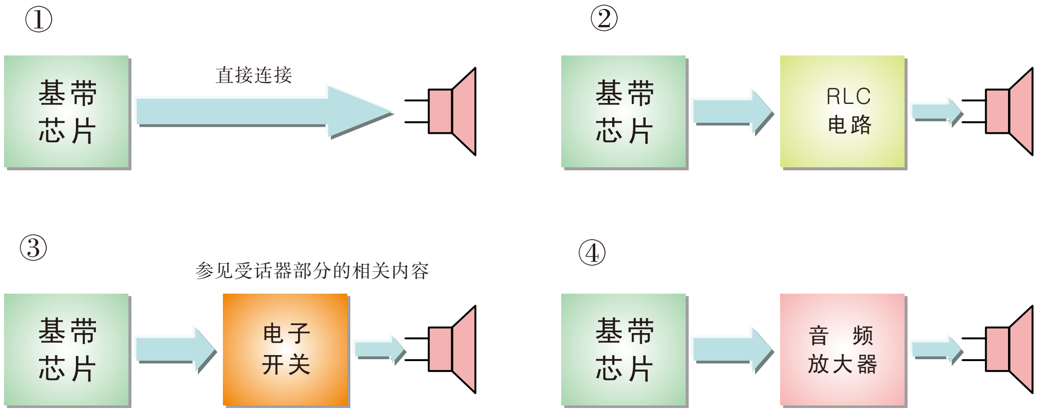
请尝试分析这个电路

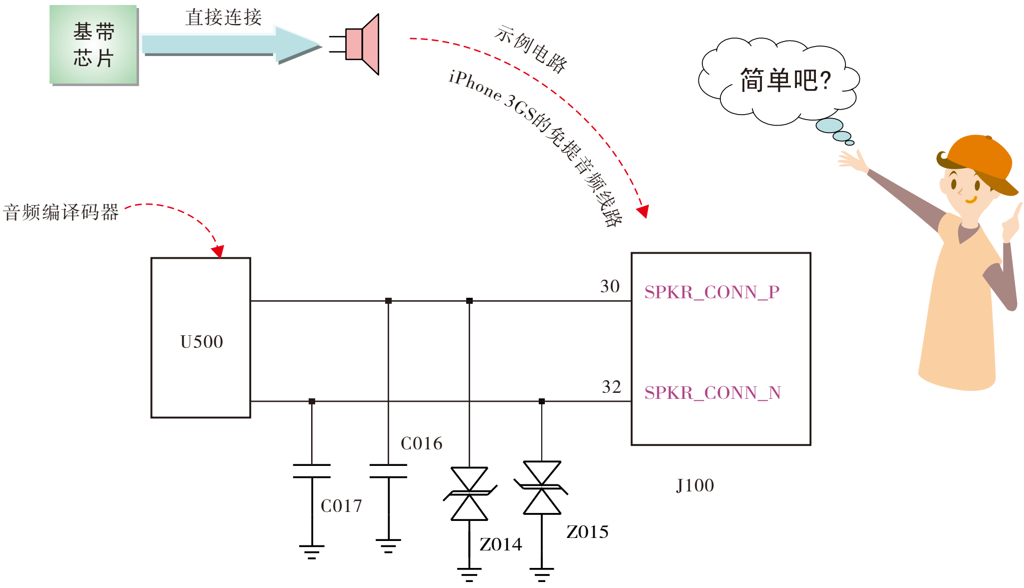
领会本节内容所涉及的方法，即可“依葫芦画瓢”。



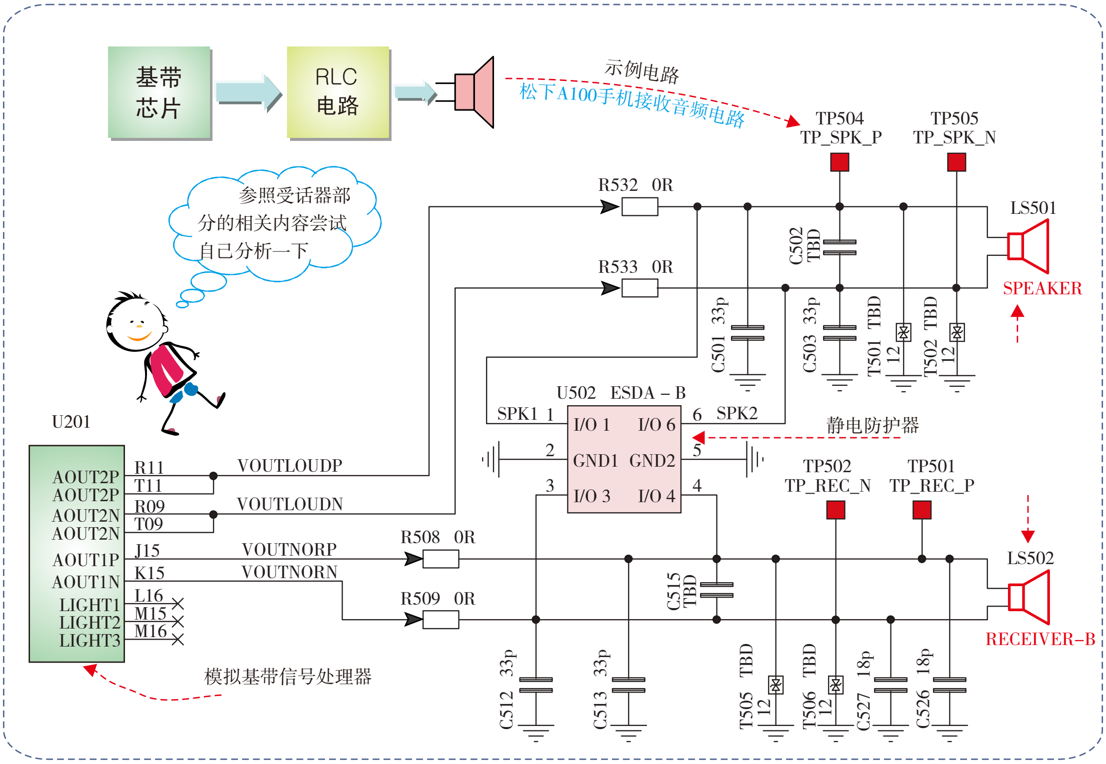
3.2 扬声器音频

扬声器的口径通常都比受话器大，比较容易识别。在手机中，扬声器用于免提通话、铃声与音乐播放。在免提音频电路中，通常有SPK、Handfree、HF、Loudspeaker、IHF speaker等标注。扬声器音频电路的检修可参阅受话器部分的相关内容。在手机中，扬声器（免提）音频电路有如下几种情况：

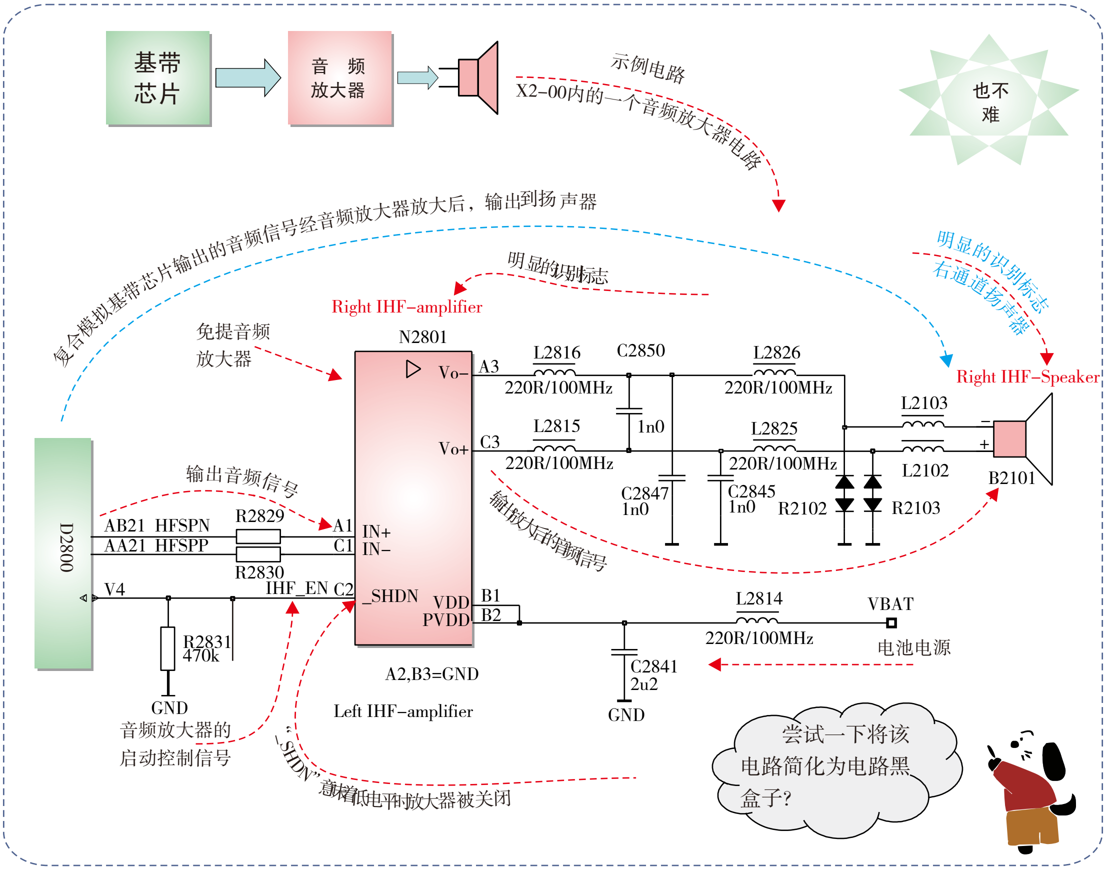




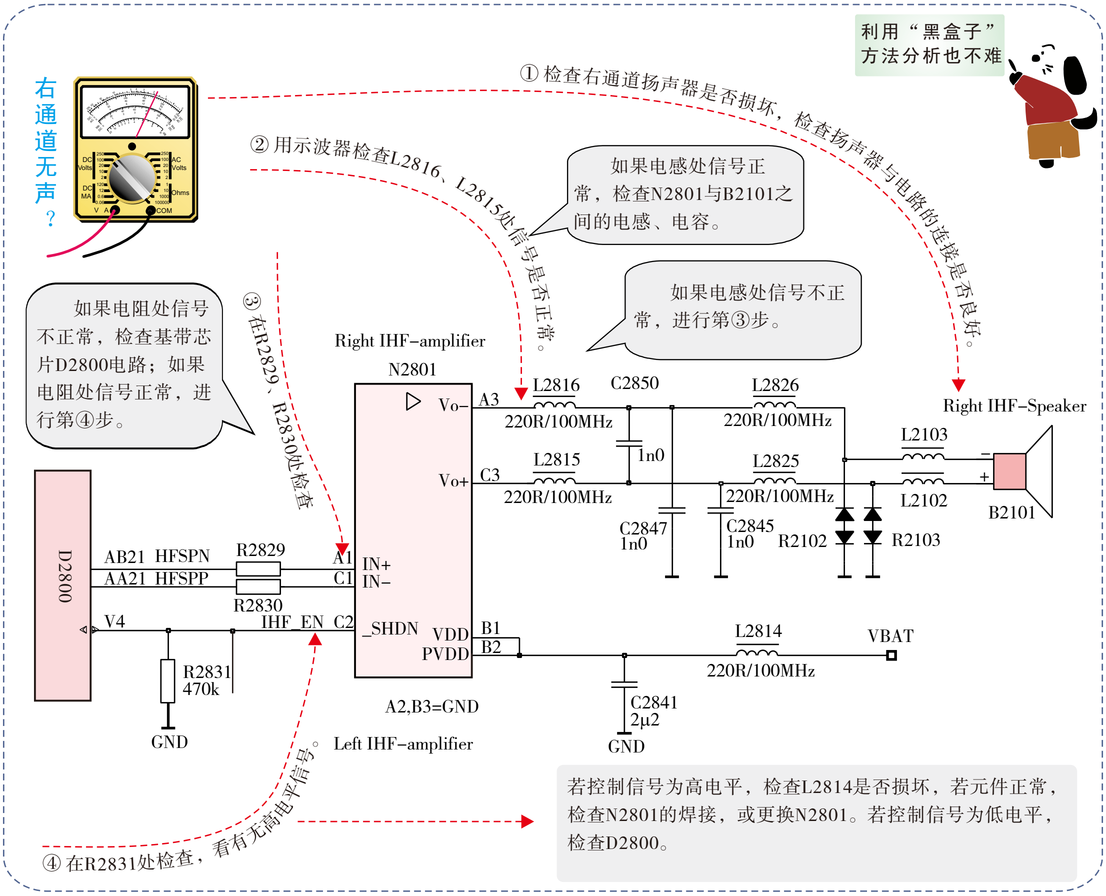
U500对音频数据进行解码、放大、滤波等处理后，直接输出免提音频信号，经接口J100的30、32脚线路到扬声器。



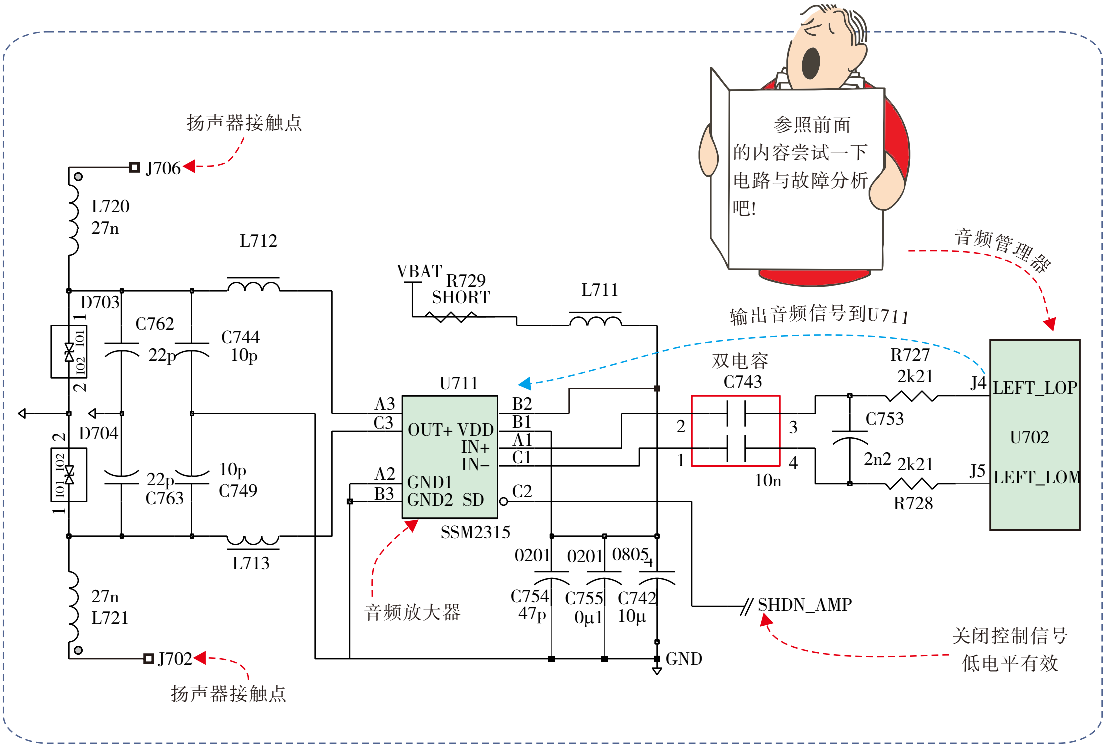
基带
芯片
RLC
电路
示例电路
松下A100手机接收音频电路
参照受话器部
分的相关内容尝试
自己分析一下
TP504
TP_SPK_P
TP505
TP_SPK_N
R532 0R
R533 0R
LS501
SPEAKER
C502
TBD
C501 33p
C503 33p
T501 TBD
12
T502 TBD
12
U502 ESDA－B
SPK1 1
I/O 1
I/O 6
6 SPK2
2
GND1
GND2
5
3
I/O 3
I/O 4
4
静电防护器
U201
AOUT2P
AOUT2P
AOUT2N
AOUT2N
AOUT1P
AOUT1N
LIGHT1
LIGHT2
LIGHT3
R11
T11
R09
T09
J15
K15
L16
M15
M16
VOUTLOUDP
VOUTLOUDN
VOUTNORP
VOUTNORN
R508 0R
R509 0R
TP502
TP_REC_N
TP501
TP_REC_P
LS502
RECEIVER–B
C515
TBD
C512 33p
C513 33p
T505 TBD
12
T506 TBD
12
C527 18p
C526 18p
模拟基带信号处理器



基带
芯片
音 频
放大器
示例电路
X2–00内的一个音频放大器电路
也不
难
复合模拟基带芯片输出的音频信号经音频放大器放大后，输出到扬声器
明显的识别标志
Right IHF–amplifier
明显的识别标志
右通道扬声器
Right IHF–Speaker
免提音频
放大器
N2801
Vo–
Vo+
A3
C3
L2816
220R/100MHz
C2850
1n0
L2826
220R/100MHz
L2815
220R/100MHz
L2825
220R/100MHz
C2847
1n0
C2845
1n0
R2102
R2103
L2103
L2102
B2101
D2800
输出音频信号
AB21 HFSPN
AA21 HFSPP
R2829
R2830
A1
C1
IN+
IN–
V4
IHF_EN C2
_SHDN
VDD
PVDD
B1
B2
R2831
470k
GND
输出放大后的音频信号
L2814
220R/100MHz
VBAT
电池电源
C2841
2u2
GND
A2,B3=GND
Left IHF–amplifier
音频放大器的
启动控制信号
“_SHDN”高有效，低电平时放大器被关闭
尝试一下将该
电路简化为电路黑
盒子？

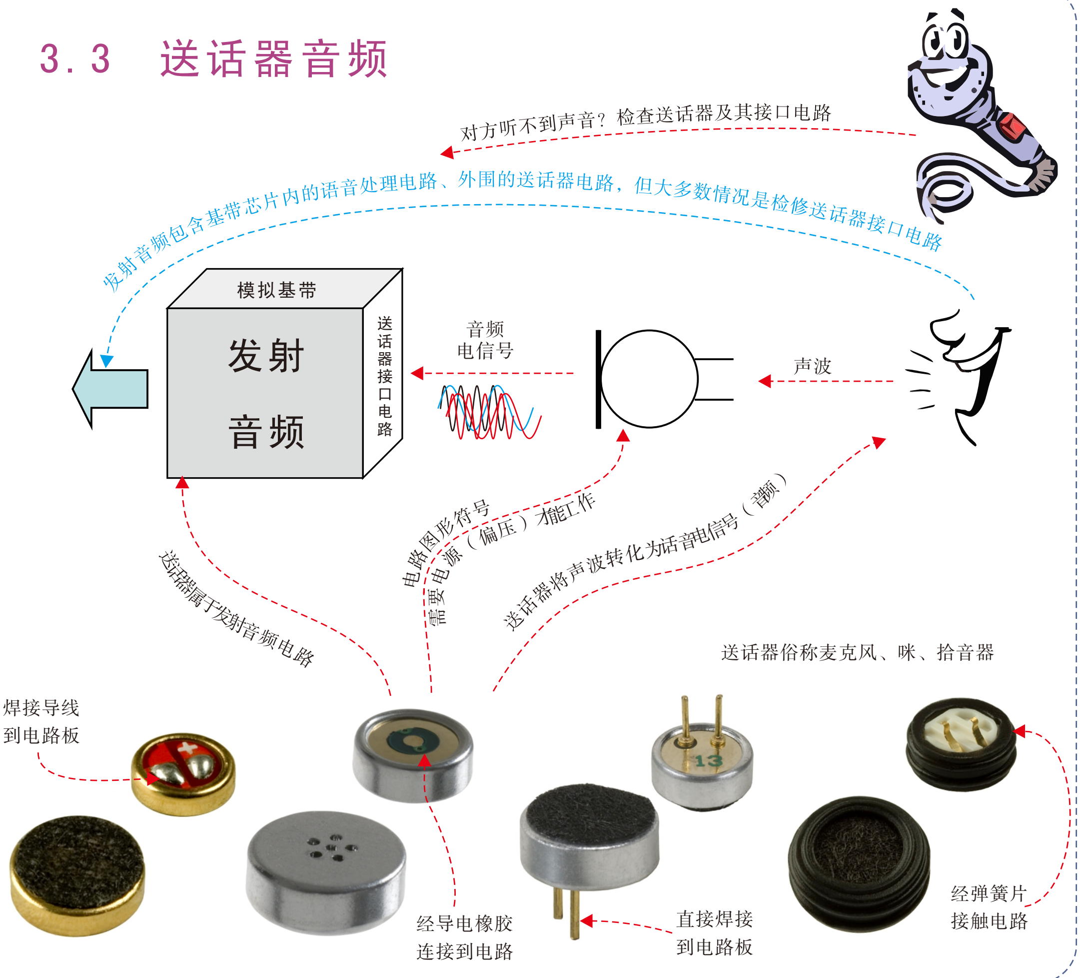


右通道无声？
利用“黑盒子”方法分析也不难
① 检查右通道扬声器是否损坏，检查扬声器与电路的连接是否良好。
② 用示波器检查L2816、L2815处信号是否正常。
如果电感处信号正常，检查N2801与B2101之间的电感、电容。
如果电感处信号不正常，进行第③步。
③ 在R2829、R2830处检查
如果电阻处信号不正常，检查基带芯片D2800电路；如果电阻处信号正常，进行第④步。
④ 在R2831处检查，看有无高电平信号。
若控制信号为高电平，检查L2814是否损坏，若元件正常，检查N2801的焊接，或更换N2801。若控制信号为低电平，检查D2800。
Right IHF–amplifier
N2801
Vo–
Vo+
A3
C3
L2816
220R/100MHz
C2850
1n0
L2826
220R/100MHz
L2815
220R/100MHz
L2825
220R/100MHz
C2847
1n0
C2845
1n0
R2102
R2103
L2103
L2102
Right IHF–Speaker
B2101
D2800
AB21 HFSPN
AA21 HFSPP
R2829
R2830
A1
C1
IN+
IN–
V4
IHF_EN
C2
_SHDN
VDD
PVDD
B1
B2
R2831
470k
GND
A2,B3=GND
Left IHF–amplifier
L2814
220R/100MHz
VBAT
C2841
2μ2
GND



扬声器接触点
J706
L720
27n
L712
D703
C762
22p
C744
10p
D704
22p
C763
10p
C749
L713
27n
L721
J702
扬声器接触点
VBAT
R729
SHORT
L711
U711
A3
C3
A2
B3
OUT+
VDD
IN+
IN–
GND1
GND2
SD
B2
B1
A1
C1
C2
SSM2315
音频放大器
0201
0201
0805
C754
47p
C755
0μ1
C742
10μ
GND
参照前面的内容尝试一下电路与故障分析吧!
输出音频信号到U711
双电容
C743
10n
R727
2k21
C753
2n2
2k21
R728
J4
J5
LEFT_LOP
U702
LEFT_LOM
音频管理器
SHDN_AMP
关闭控制信号
低电平有效

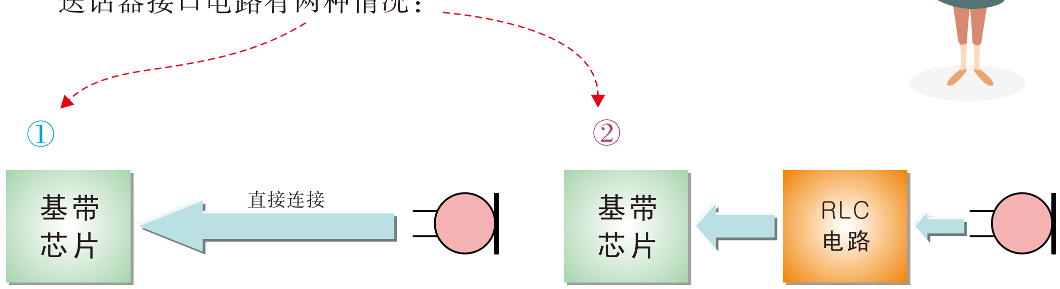
3.3 送话器音频

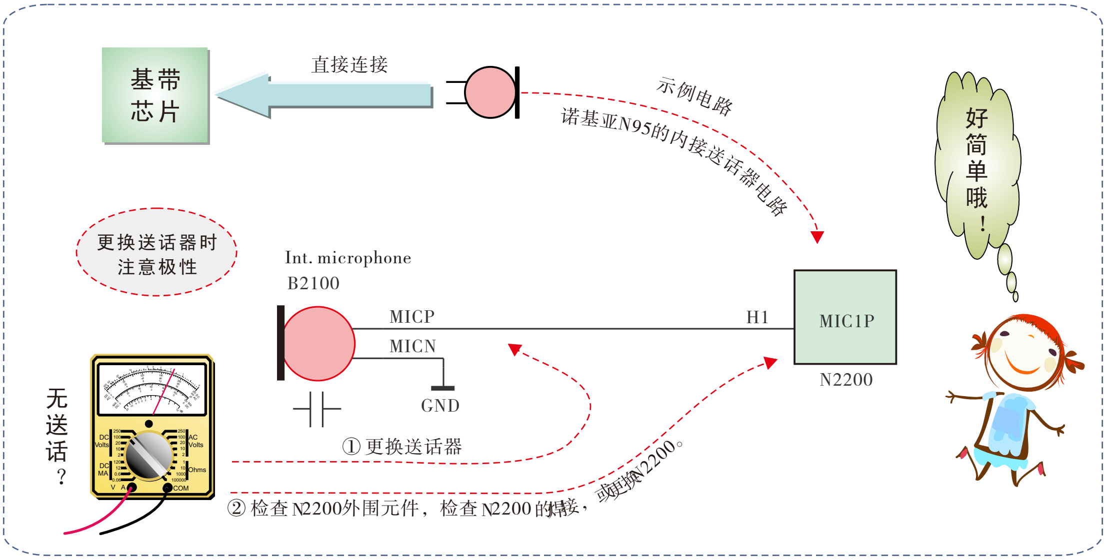


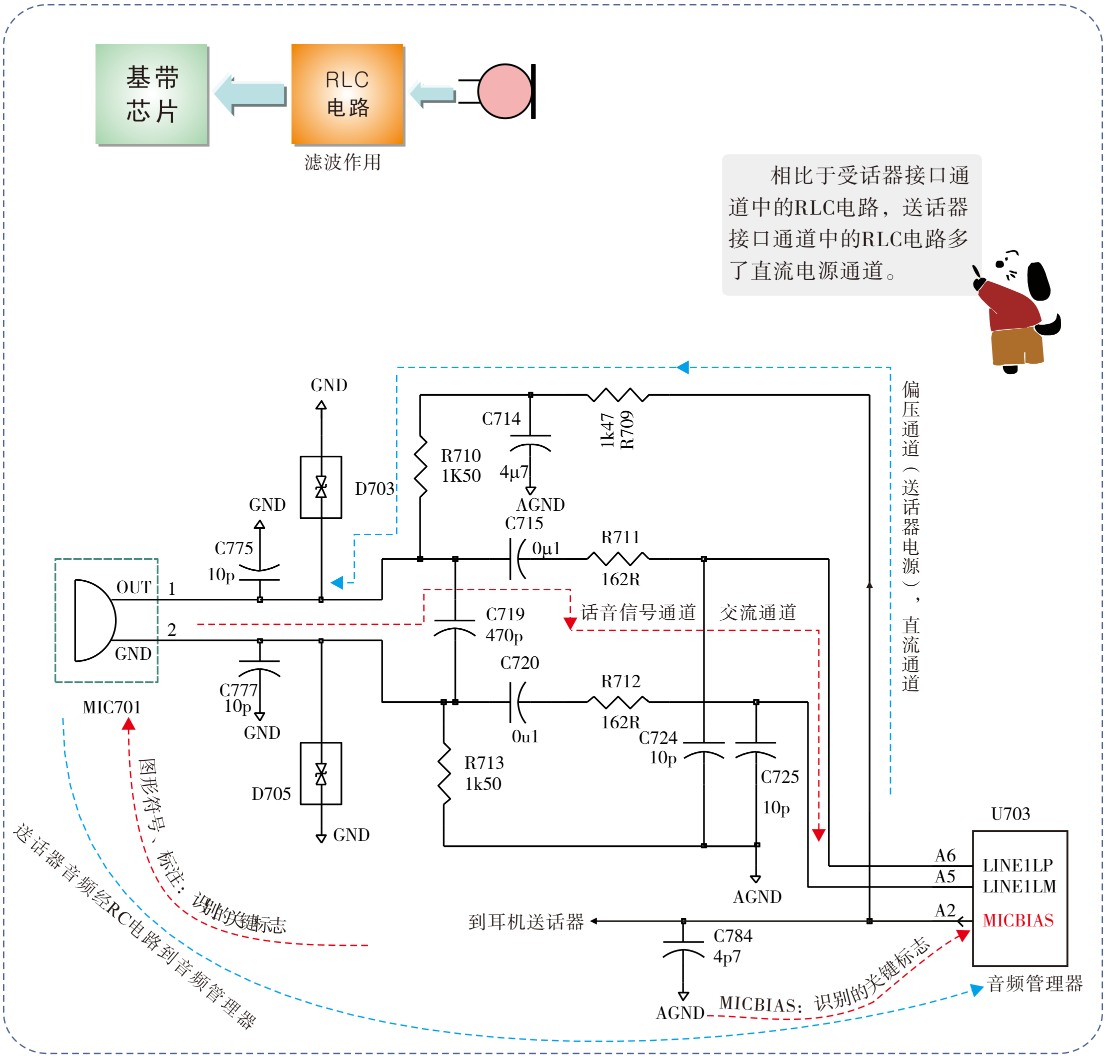
送话器通常被安装在手机底部。

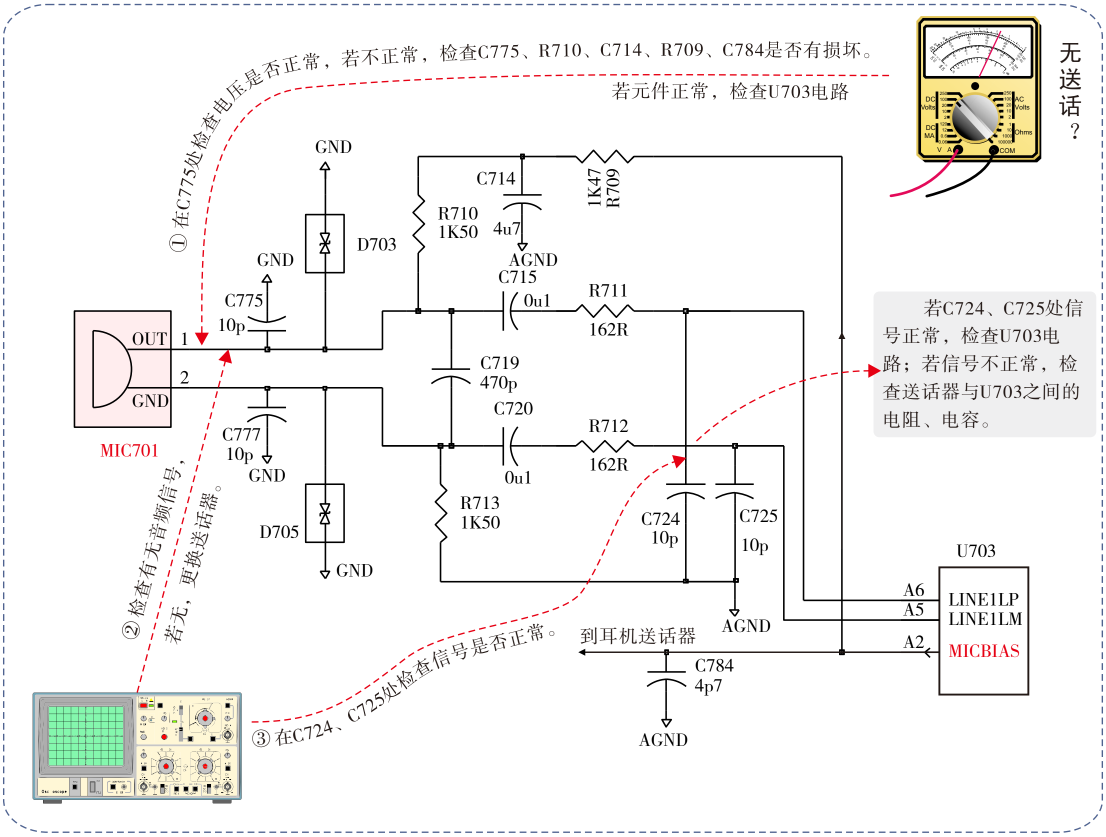
送话器电路通常会用含字母“MIC”英文缩写的标注，如 MICB1、MIC1P、MIC1N、MIC1N、MICBIAS、MICIP、MICINM、MICBIAS1，等等。其中，含字母MIC与B的通常是指送话器的偏压。

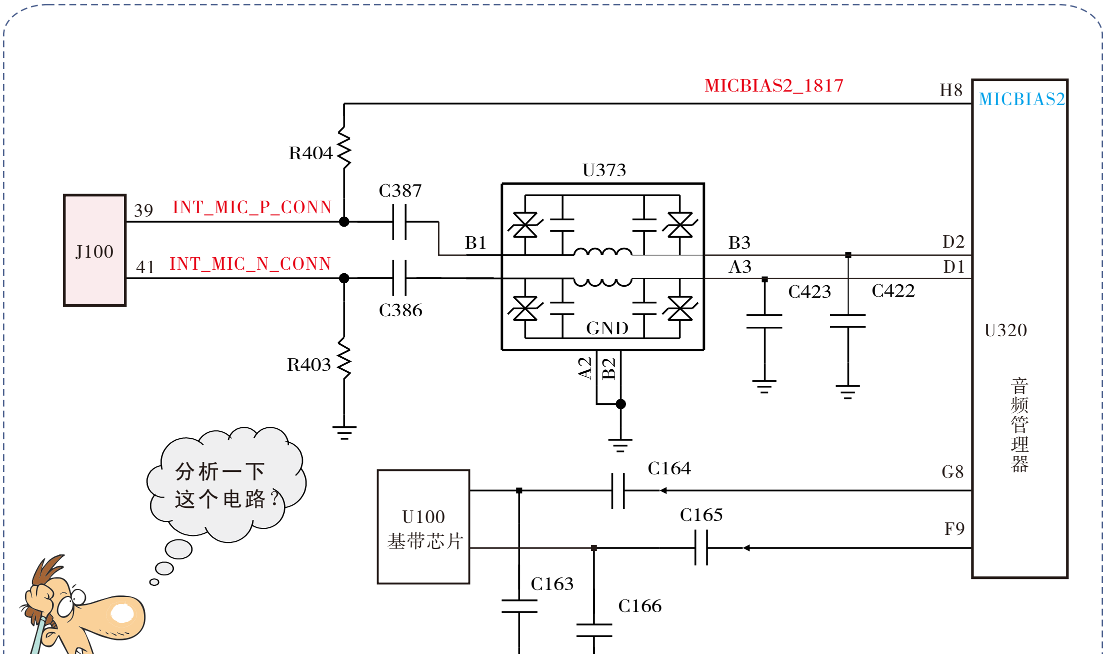
送话器接口电路有两种情况：




基带
芯片
直接连接
示例电路
诺基亚N95的内接送话器电路
好简单哦！
更换送话器时
注意极性
Int. microphone
B2100
MICP
MICN
GND
H1
MIC1P
N2200
无送话？
① 更换送话器
② 检查N2200外围元件，检查N2200的焊接，或更换N2200。

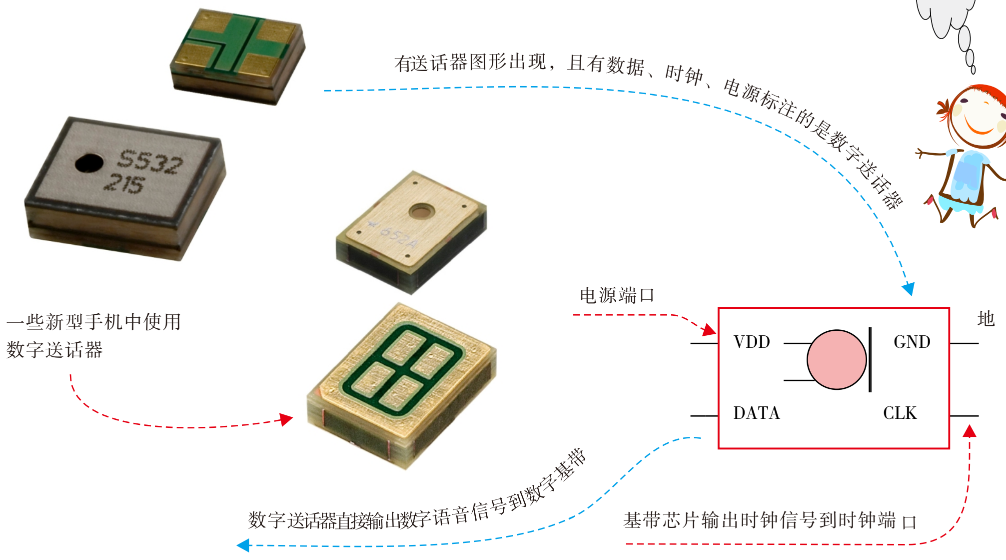

基带
芯片
RLC
电路
滤波作用
相比于受话器接口通道中的RLC电路，送话器接口通道中的RLC电路多了直流电源通道。
偏压通道（送话器电源），直流通道
GND
D703
GND
C775
10p
C714
4μ7
R710
1K50
1k47
R709
AGND
C715
0μ1
R711
162R
OUT
1
2
GND
MIC701
C719
470p
话音信号通道
交流通道
C720
0u1
R712
162R
C777
10p
GND
D705
GND
R713
1k50
C724
10p
C725
10p
AGND
U703
A6
A5
A2
LINE1LP
LINE1LM
MICBIAS
到耳机送话器
C784
4p7
AGND
音频管理器
图形符号、标注：识别的关键标志
送话器音频经RC电路到音频管理器
MICBIAS：识别的关键标志

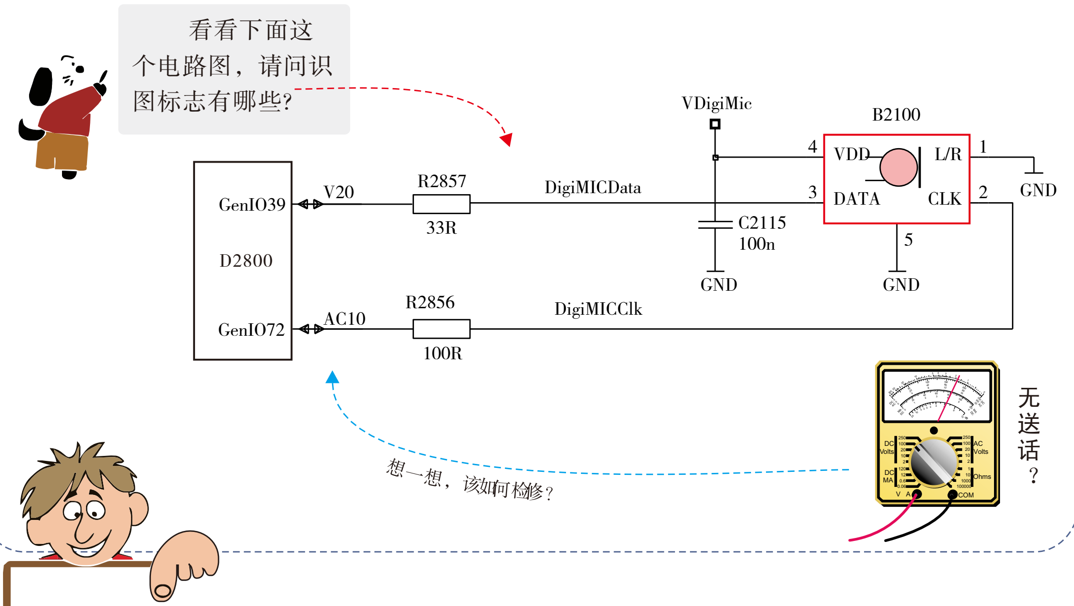




iPhone 3G的内接送话器电路

3.4 数字送话器



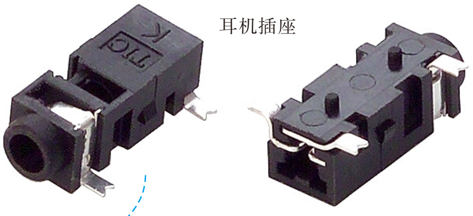


送话器电路可能出现对方听不到声音，或对方听到的杂音大、电流声大等故障。

若对方听不到声音，应主要检查送话器偏压是否正常、送话器是否损坏、送话器与模拟基带芯片之间的音频信号通道是否有问题，此类故障通常出现在送话器电路中。首先，应检查送话器是否正常，由于送话器电路多为RC电路，所以，在大多数情况下，可以在故障机不加电的情况下检修。

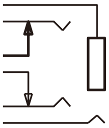
若对方听到的杂音大、电流声大、干扰声大等，应主要检查送话器是否不良，送话器电路中的电容、ESD器件是否不良。

3.5 耳机电路



手机与耳机的有线连接方式有两种：一种是专门的耳机插座，另一种通过手机的系统连接器进行连接。

耳机电路中可能见到类似的图形符号，也可能没有



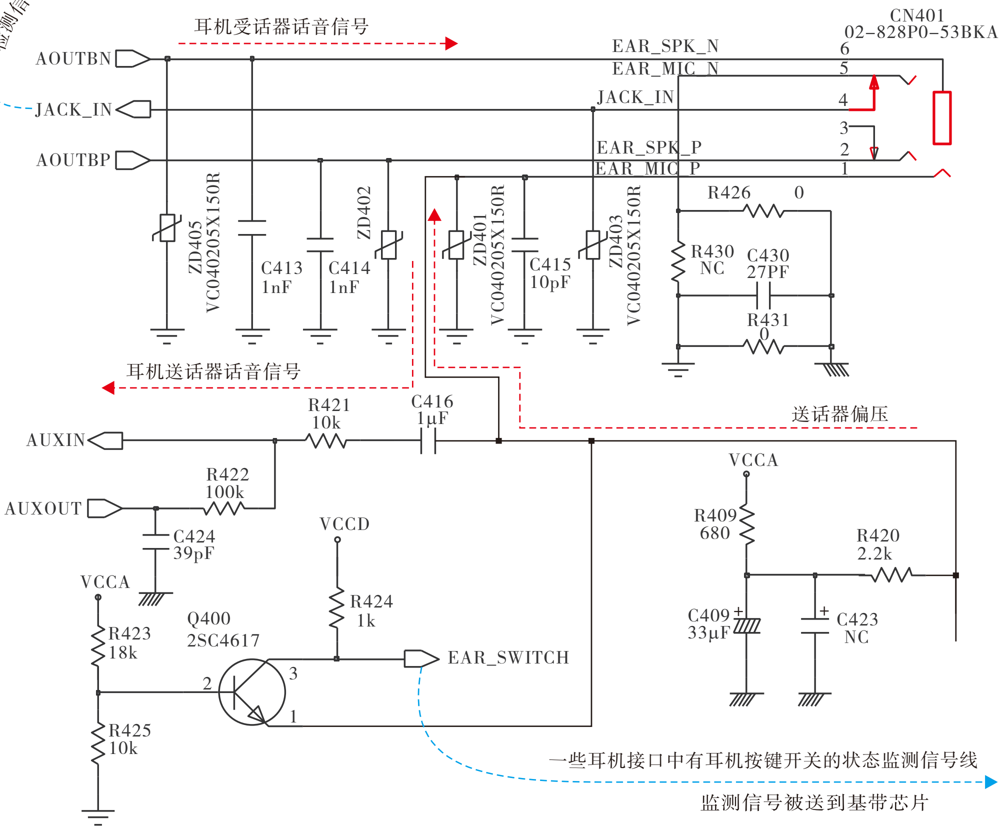
重要的是电路中的标注

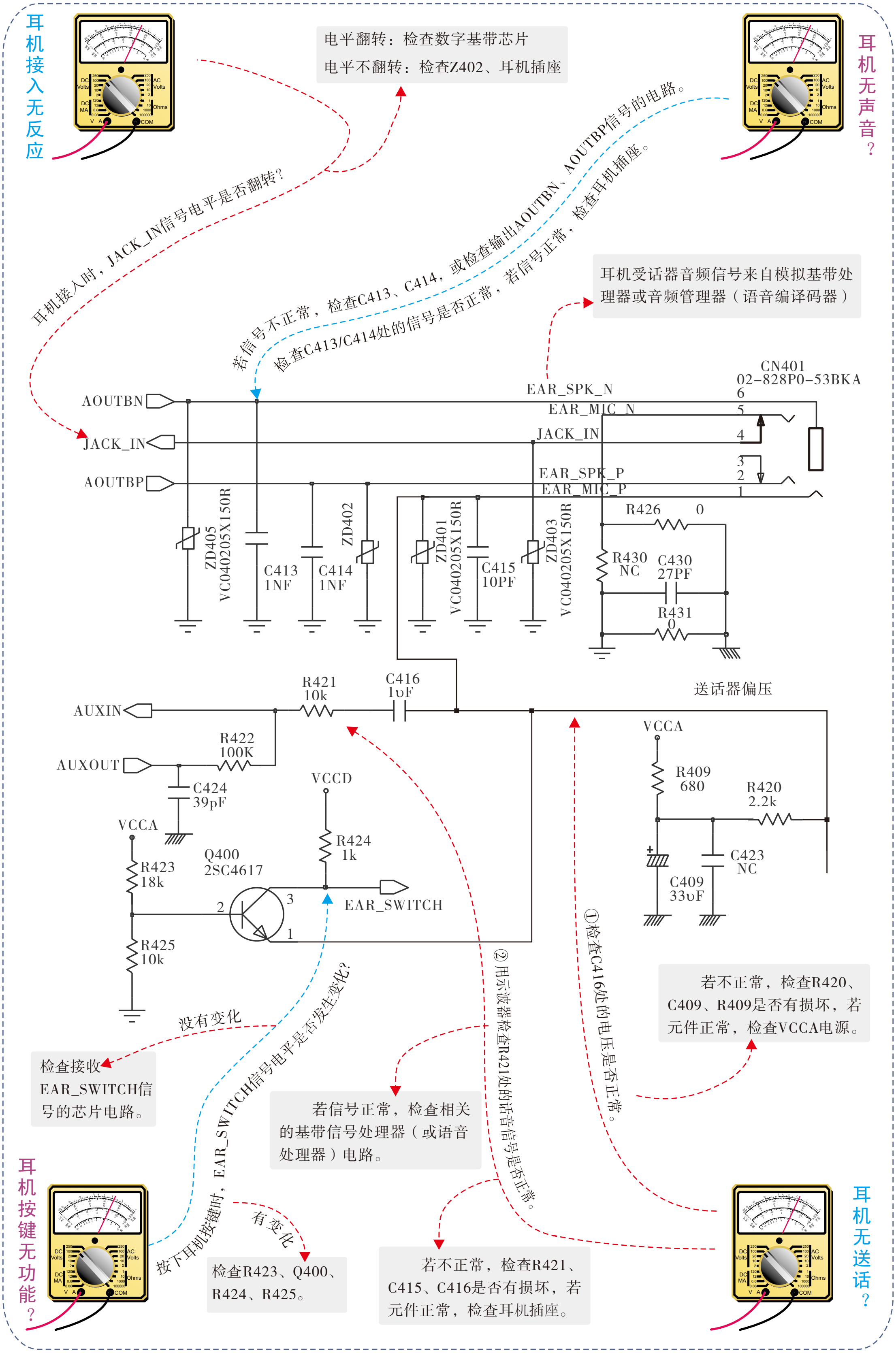
耳机电路常有 ear jack、earphone、earphone jack、xear、xmic、ear_detect、ear_switch、earmic、earspk、jack_detect、jack_det、headset 等标注。

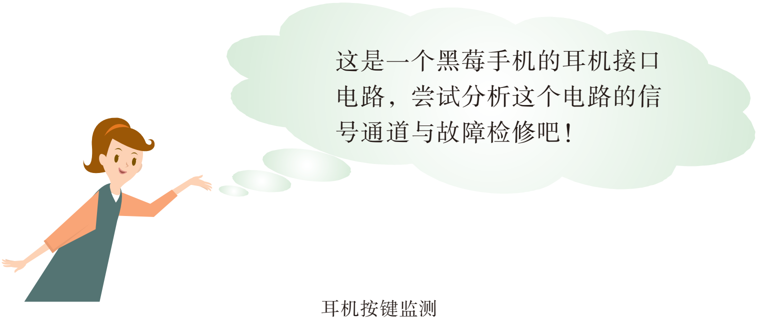
耳机受话器/送话器电路与内接受话器/送话器电路类似，可参阅前面受话器与送话器的相关内容。

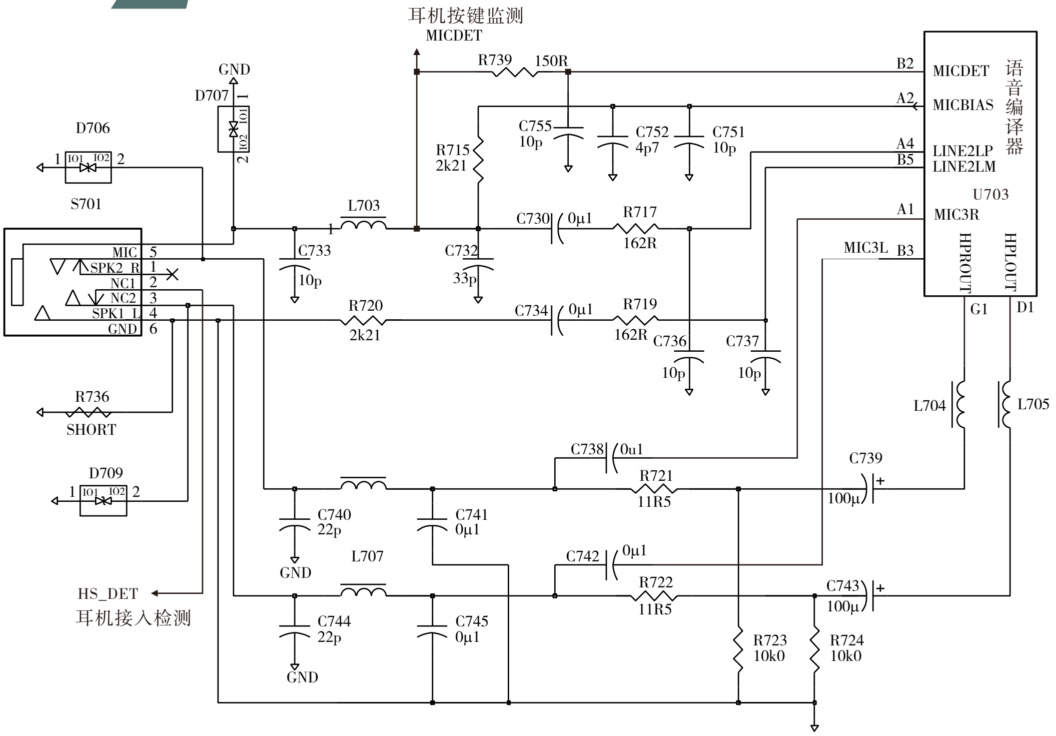
耳机接口电路通常都有耳机接入检测电路

检测信号被送到基带芯片（或语音处理器）




耳机接入无反应
电平翻转：检查数字基带芯片
电平不翻转：检查Z402、耳机插座
耳机无声音？
耳机接入时，JACK_IN信号电平是否翻转？
若信号不正常，检查C413、C414，或检查输出AOUTBN、AOUTBP信号的电路。
检查C413/C414处的信号是否正常，若信号正常，检查耳机插座。
耳机受话器音频信号来自模拟基带处理器或音频管理器（语音编译码器）
CN401
02-828P0-53BKA
EAR_SPK_N
EAR_MIC_N
JACK_IN
EAR_SPK_P
EAR_MIC_P
AOUTBN
AOUTBP
ZD405
VC040205X150R
C413
1NF
C414
1NF
ZD402
ZD401
VC040205X150R
C415
10PF
ZD403
VC040205X150R
R426
0
R430
NC
C430
27PF
R431
0
AUXIN
R421
10k
C416
1υF
送话器偏压
AUXOUT
R422
100K
C424
39pF
VCCA
R409
680
R420
2.2k
C423
NC
C409
33υF
VCCD
R424
1k
Q400
2SC4617
EAR_SWITCH
R423
18k
R425
10k
①检查C416处的电压是否正常。
②用示波器检查R421处的话音信号是否正常。
若不正常，检查R420、C409、R409是否有损坏，若元件正常，检查VCCA电源。
没有变化
检查接收EAR_SWITCH信号的芯片电路。
按下耳机按键时，EAR_SWITCH信号电平是否发生变化？
若信号正常，检查相关的基带信号处理器（或语音处理器）电路。
耳机按键无功能？
有变化
检查R423、Q400、R424、R425。
若不正常，检查R421、C415、C416是否有损坏，若元件正常，检查耳机插座。
耳机无送话？


这是一个黑莓手机的耳机接口
电路，尝试分析这个电路的信
号通道与故障检修吧！

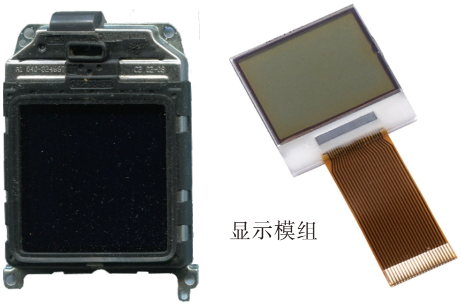

耳机按键监测
MICDET
R739 150R
GND
D707
D706
S701
MIC
SPK2_R
NC1
NC2
SPK1_L
GND
L703
C733 10p
R715 2k21
C755 10p
C752 4p7
C751 10p
C730 0μ1
R717 162R
C732 33p
R720 2k21
C734 0μ1
R719 162R
C736 10p
C737 10p
R736
SHORT
D709
C738 0u1
R721 11R5
C739 100μ
C740 22p
C741 0μ1
L707
C742 0μ1
R722 11R5
C743 100μ
HS_DET
耳机接入检测
C744 22p
C745 0μ1
R723 10k0
R724 10k0
L704
L705
MICDET
MICBIAS
LINE2LP
LINE2LM
MIC3R
MIC3L
HPROUT
HPLOUT
U703
语音编译器

第4章　显示与触摸屏

4.1 显示电路

手机的显示屏可简单分为LCD与OLED两大类。

如今的手机多采用显示模组（LCM），显示模组集成了显示屏、背景灯。显示驱动电路被集成到显示模组，或被集成到基带芯片内。

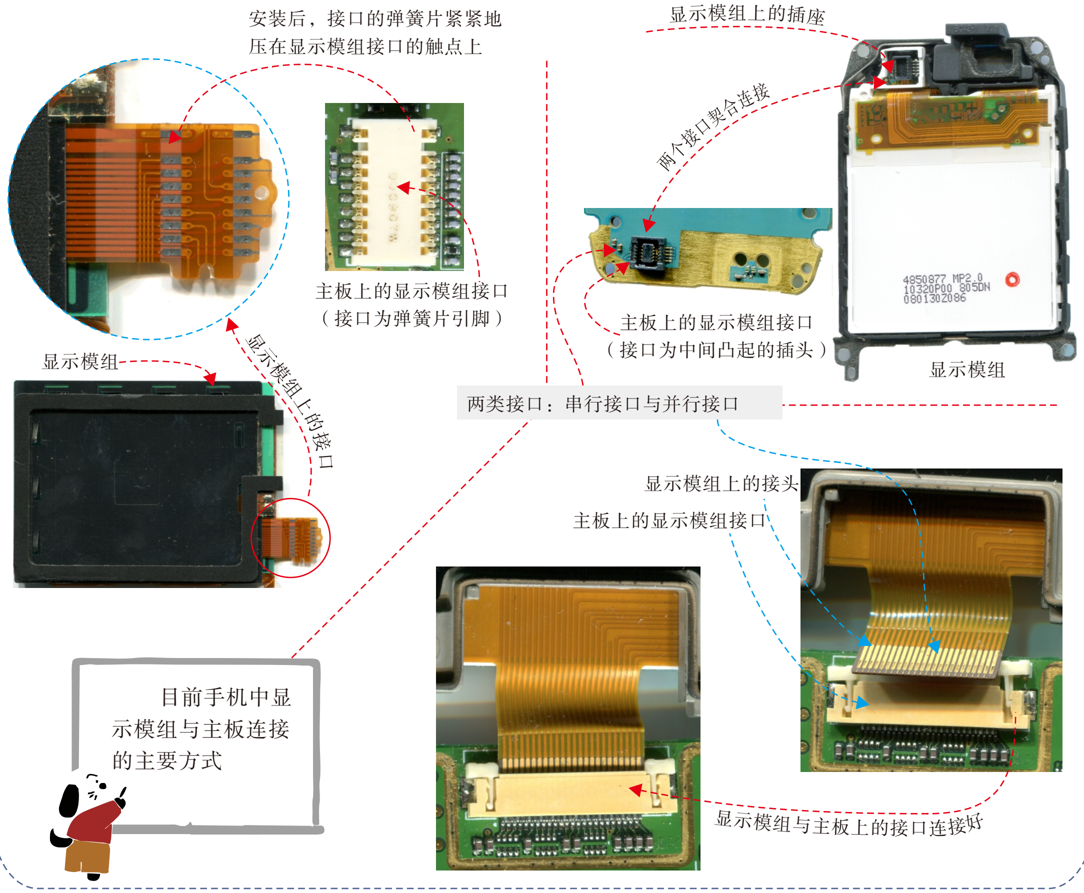


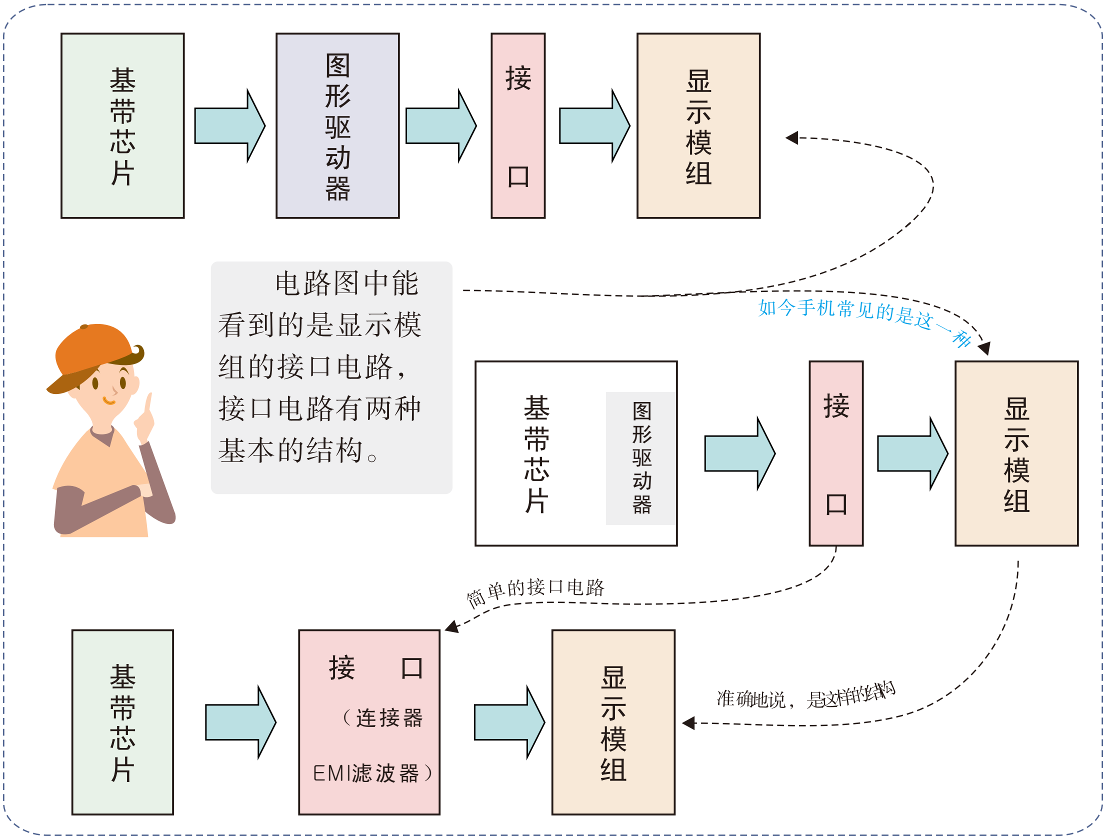
显示模组

在手机电路图中，显示器没有专门的电路图形符号

常通过显示接口电路中的各种标注来识别

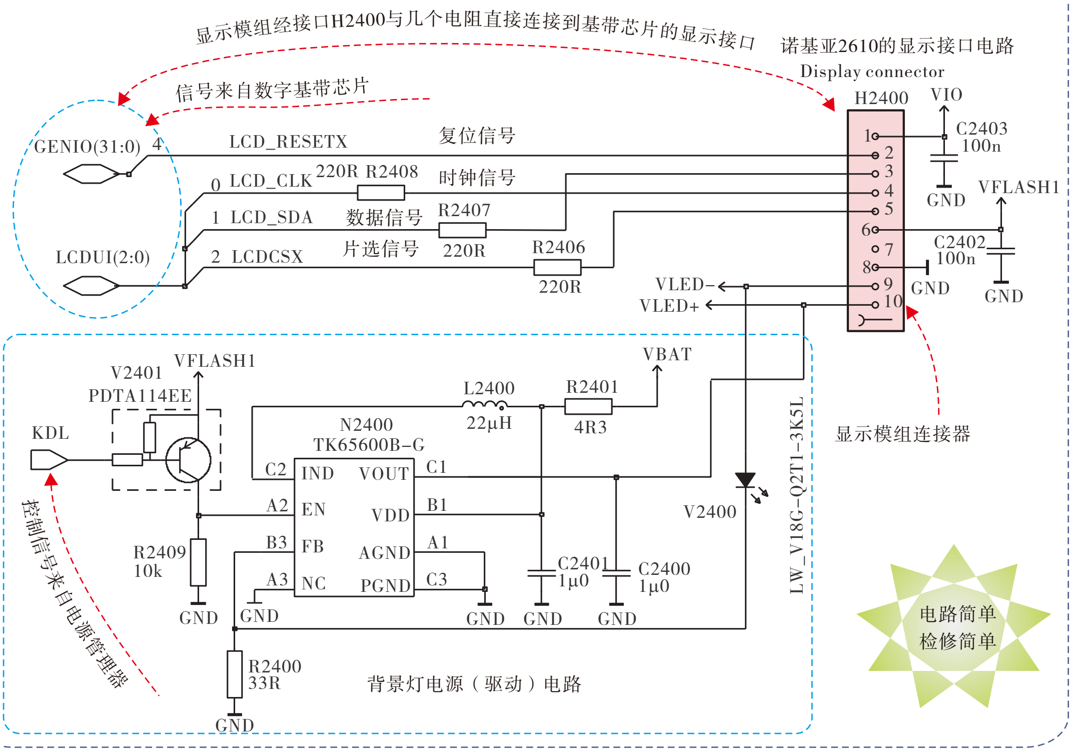
显示接口电路中，常有含字母LCD、LCM的标注，如LCD_CS、LCD_DATA、LCD_A0、LCD_CLK、LCDCSX、LCD_CLK、LCD_RST与LCD_SDA等。



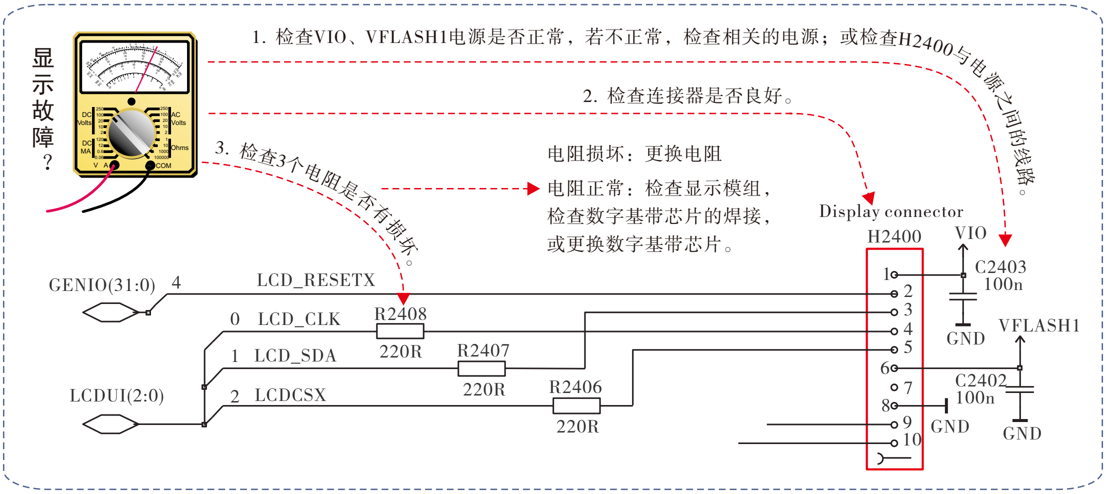


基带芯片
图形驱动器
接口
显示模组
电路图中能看到的是显示模组的接口电路，接口电路有两种基本的结构。
如今手机常见的是这一种
基带芯片
图形驱动器
接口
显示模组
简单的接口电路
基带芯片
接口（连接器 EMI滤波器）
显示模组
准确地说，是这样的结构

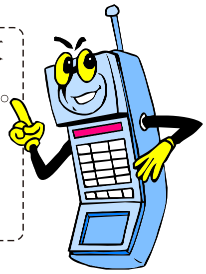
串行显示接口



显示模组经接口H2400与几个电阻直接连接到基带芯片的显示接口
诺基亚2610的显示接口电路
Display connector
信号来自数字基带芯片
H2400
VIO
C2403
100n
GND
VFLASH1
C2402
100n
GND
GND
GENIO(31:0)
LCDUI(2:0)
LCD_RESETX
复位信号
LCD_CLK
220R R2408
时钟信号
LCD_SDA
数据信号
R2407
220R
LCDCSX
片选信号
R2406
220R
VLED−
VLED+
VFLASH1
V2401
PDTA114EE
KDL
R2409
10k
GND
VBAT
L2400
22μH
R2401
4R3
N2400
TK65600B−G
IND
VOUT
EN
VDD
FB
AGND
NC
PGND
C2401
1μ0
C2400
1μ0
V2400
LW_V18G−Q2T1−3K5L
R2400
33R
GND
控制信号来自电源管理器
背景灯电源（驱动）电路
显示模组连接器
电路简单
检修简单

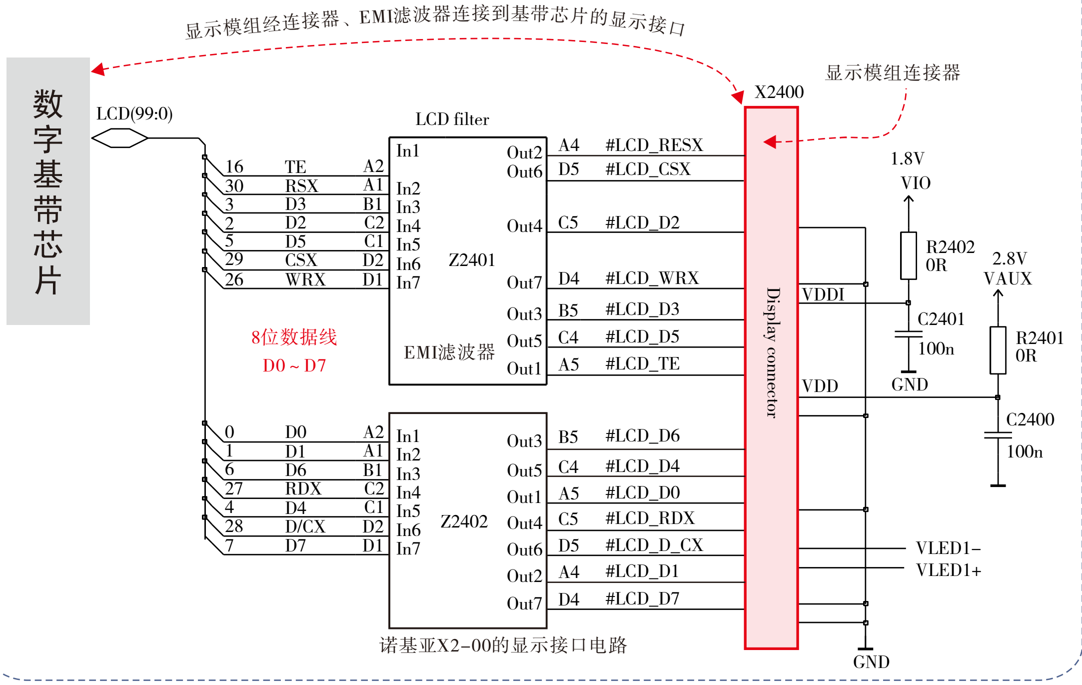


8位的串行接口使用4个信号线：LCD片选（LCD_CS）、LCD数据（LCD_DATA）、LCD地址（LCD_A0）、LCD时钟（LCD_CLK）。而9位的串行LCD接口使用3个信号线：LCD片选、LCD数据与LCD时钟。

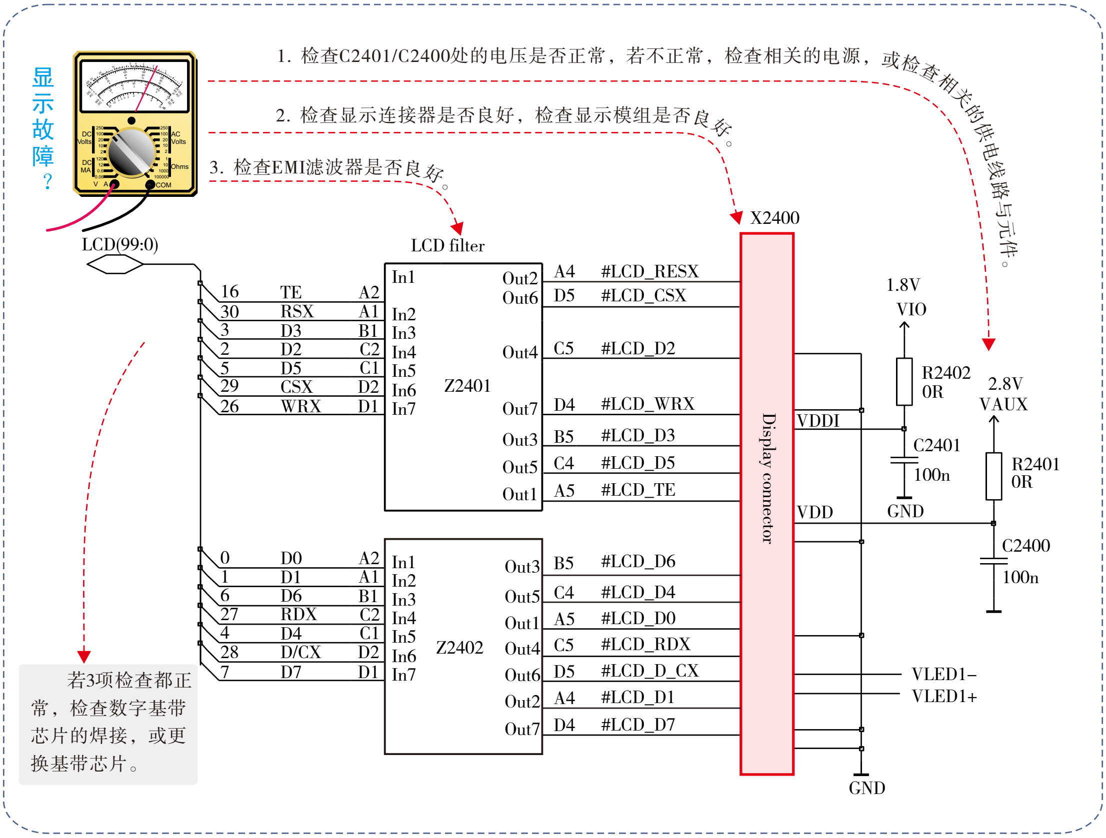


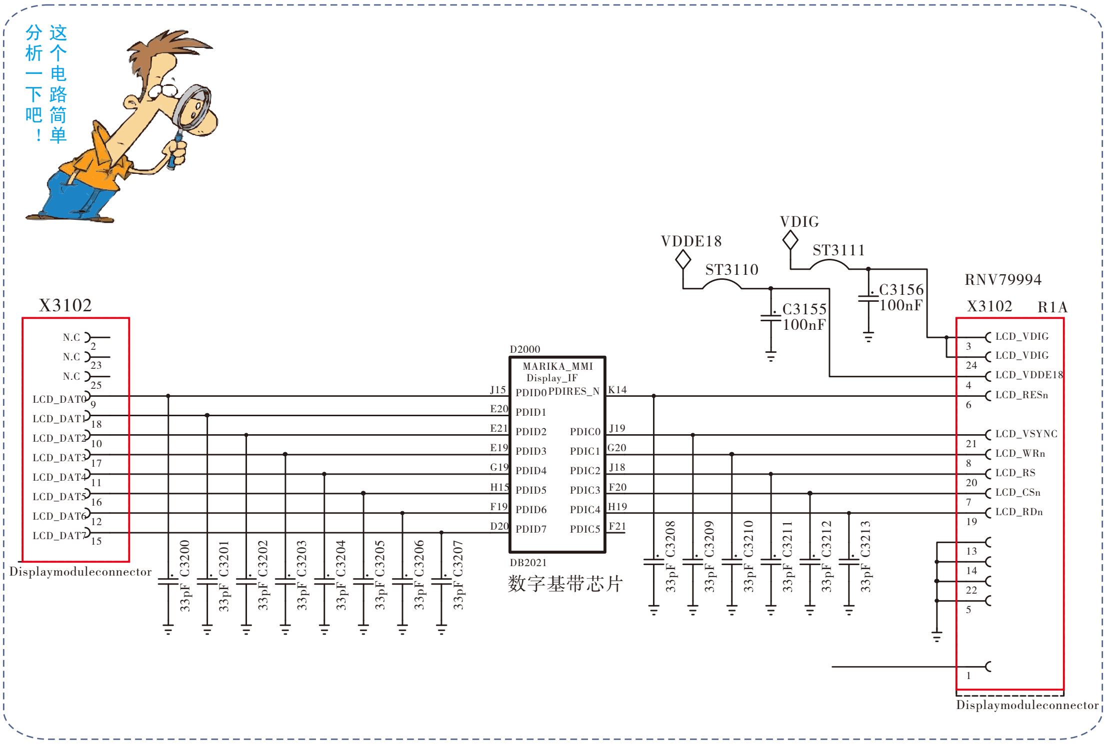
并行显示接口

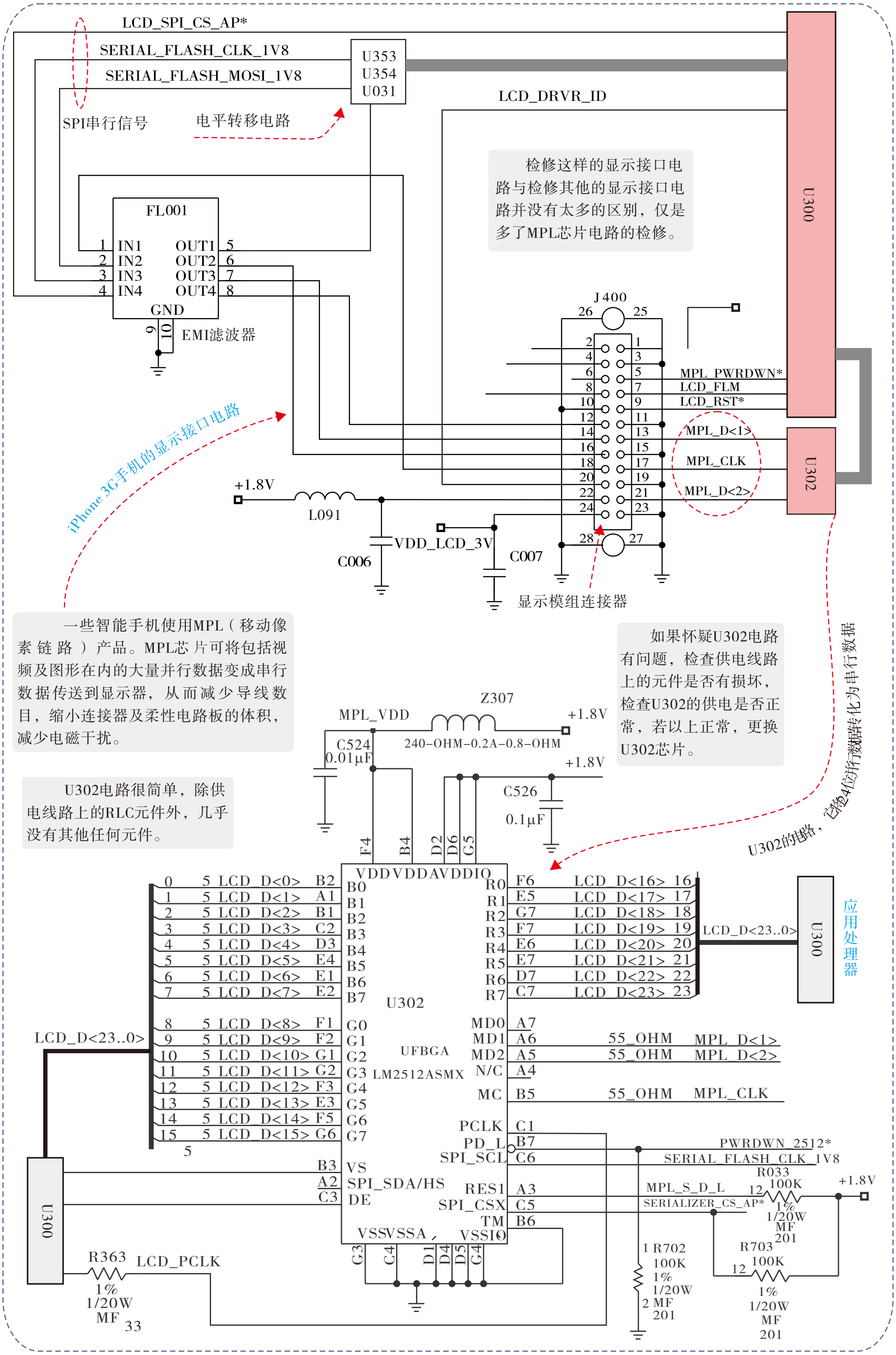
并行LCD显示模组使用专门8、16bit并行接口，或与存储器共用部分数据线。



诺基亚X2-00的显示接口电路


显示故障？
1. 检查C2401/C2400处的电压是否正常，若不正常，检查相关的电源，或检查相关的供电线路与元件。
2. 检查显示连接器是否良好，检查显示模组是否良好。
3. 检查EMI滤波器是否良好。
若3项检查都正常，检查数字基带芯片的焊接，或更换基带芯片。
LCD(99:0)
LCD filter
Z2401
Z2402
X2400
Display connector
16 TE A2
30 RSX A1
3 D3 B1
2 D2 C2
5 D5 C1
29 CSX D2
26 WRX D1
0 D0 A2
1 D1 A1
6 D6 B1
27 RDX C2
4 D4 C1
28 D/CX D2
7 D7 D1
Out2 A4 #LCD_RESX
Out6 D5 #LCD_CSX
Out4 C5 #LCD_D2
Out7 D4 #LCD_WRX
Out3 B5 #LCD_D3
Out5 C4 #LCD_D5
Out1 A5 #LCD_TE
Out3 B5 #LCD_D6
Out5 C4 #LCD_D4
Out1 A5 #LCD_D0
Out4 C5 #LCD_RDX
Out6 D5 #LCD_D_CX
Out2 A4 #LCD_D1
Out7 D4 #LCD_D7
VDDI
VDD
1.8V VIO
R2402 0R
C2401 100n
GND
2.8V VAUX
R2401 0R
C2400 100n
VLED1−
VLED1+
GND


这个电路简单
分析一下吧！
X3102
Displaymoduleconnector
N.C
LCD_DAT0
LCD_DAT1
LCD_DAT2
LCD_DAT3
LCD_DAT4
LCD_DAT5
LCD_DAT6
LCD_DAT7
33pF C3200
33pF C3201
33pF C3202
33pF C3203
33pF C3204
33pF C3205
33pF C3206
33pF C3207
D2000
MARIKA_MMI
Display_IF
PDID0 PDIRES_N
PDID1
PDID2 PDIC0
PDID3 PDIC1
PDID4 PDIC2
PDID5 PDIC3
PDID6 PDIC4
PDID7 PDIC5
DB2021
数字基带芯片
VDDE18
ST3110
VDIG
ST3111
C3155 100nF
C3156 100nF
33pF C3208
33pF C3209
33pF C3210
33pF C3211
33pF C3212
33pF C3213
RNV79994
X3102 R1A
LCD_VDIG
LCD_VDIG
LCD_VDDE18
LCD_RESn
LCD_VSYNC
LCD_WRn
LCD_RS
LCD_CSn
LCD_RDn
Displaymoduleconnector


LCD_SPI_CS_AP*
SERIAL_FLASH_CLK_1V8
SERIAL_FLASH_MOSI_1V8
U353
U354
U031
SPI串行信号
电平转移电路
LCD_DRVR_ID
U300
检修这样的显示接口电路与检修其他的显示接口电路并没有太多的区别，仅是多了MPL芯片电路的检修。
FL001
IN1 IN2 IN3 IN4
OUT1 OUT2 OUT3 OUT4
GND
EMI滤波器
J400
MPL_PWRDWN*
LCD_FLM
LCD_RST*
MPL_D<1>
MPL_CLK
MPL_D<2>
U302
iPhone 3G手机的显示接口电路
+1.8V
L091
VDD_LCD_3V
C006
C007
显示模组连接器
一些智能手机使用MPL（移动像素链路）产品。MPL芯片可将包括视频及图形在内的大量并行数据变成串行数据传送到显示器，从而减少导线数目，缩小连接器及柔性电路板的体积，减少电磁干扰。
如果怀疑U302电路有问题，检查供电线路上的元件是否有损坏，检查U302的供电是否正常，若以上正常，更换U302芯片。
U302的电路，它将24位并行数据转化为串行数据
Z307
MPL_VDD
240-OHM-0.2A-0.8-OHM
C524
0.01μF
C526
0.1μF
U302电路很简单，除供电线路上的RLC元件外，几乎没有其他任何元件。
VDD VDDAVDDIO
U302
UFBGA
LM2512ASMX
LCD_D<23..0>
应用处理器
55_OHM MPL_D<1>
55_OHM MPL_D<2>
55_OHM MPL_CLK
PWRDWN_2512*
SERIAL_FLASH_CLK_1V8
MPL_S_D_L
SERIALIZER_CS_AP*
R033
R702
R703
100K
1%
1/20W
MF
201
R363
LCD_PCLK
VSSVSSA
VSSIO

手机的显示故障通常包含无显示、显示黑、显示淡、显示缺画、显示错乱、显示白屏等。在检修手机显示故障时，首先应检查显示屏或显示模组的连接器、连线、排线等是否良好，检查判断是显示模组问题还是基带部分的显示接口电路问题。有条件的，可用好的显示模组进行代换，以快速判断故障是出于显示接口电路还是显示模组。

对于翻盖手机、滑盖手机，在检修显示故障时，更应先注意检查连接显示模组的接口、连线是否良好。

通常来说，如果手机显示出现问题，应检查连接显示模组的接口、连线；检查显示模组电路的工作电源；检查显示模组电路的信号，如片选、复位、时钟、数据等；检查基带电路，以及相关信号线路，及其线路上的电阻、电容、ESD元件等。若显示模组接口线路上的信号基本正常，更换显示模组。

不论是哪一类显示接口电路（特别是采用并行显示接口的），只要手机能开机，就说明基带处理器电路是基本正常的，即使检测到某个显示数据不正常，都应该只是LCD电路与基带处理器之间的线路问题（断线）。

需注意的是，**翻盖手机、滑盖手机的翻盖（滑盖）监测电路若出现问题，也会导致手机出现无显示的故障假象。**判断手机翻盖电路是否正常最简单的方法是，打开手机翻盖（滑盖），看手机的按键背景灯是否工作，若打开手机翻盖（滑盖）时，手机既无显示，又无背景灯，应先检查手机的翻盖监测电路。

若手机出现显示错乱、白屏等故障，又在硬件方面找不到问题时，可对故障机进行系统程序的更新（特别是一些新型的智能手机更是如此）。此外，手机使用的多媒体存储卡等附件也会引起显示白屏等问题。

4.2 触摸屏电路

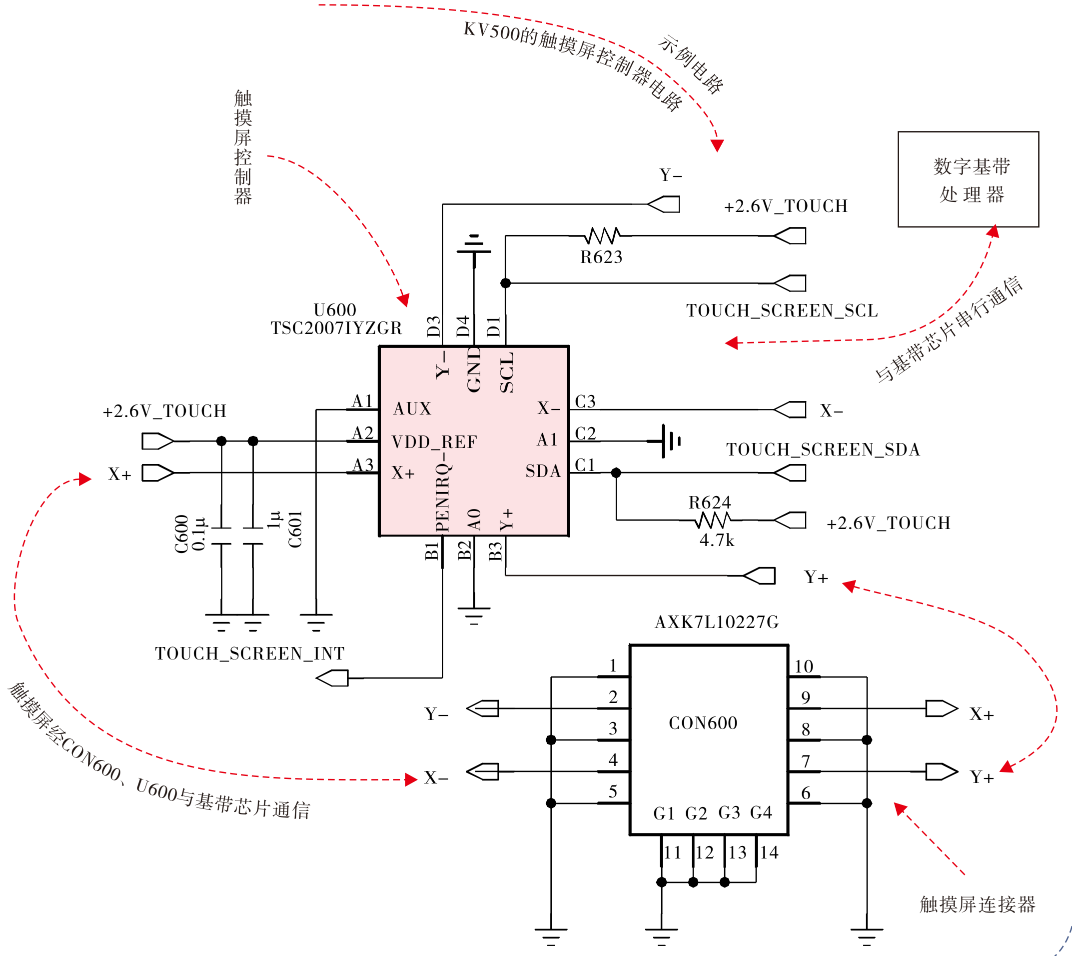
触摸屏通常是通过触摸屏控制器与数字基带进行串行通信。

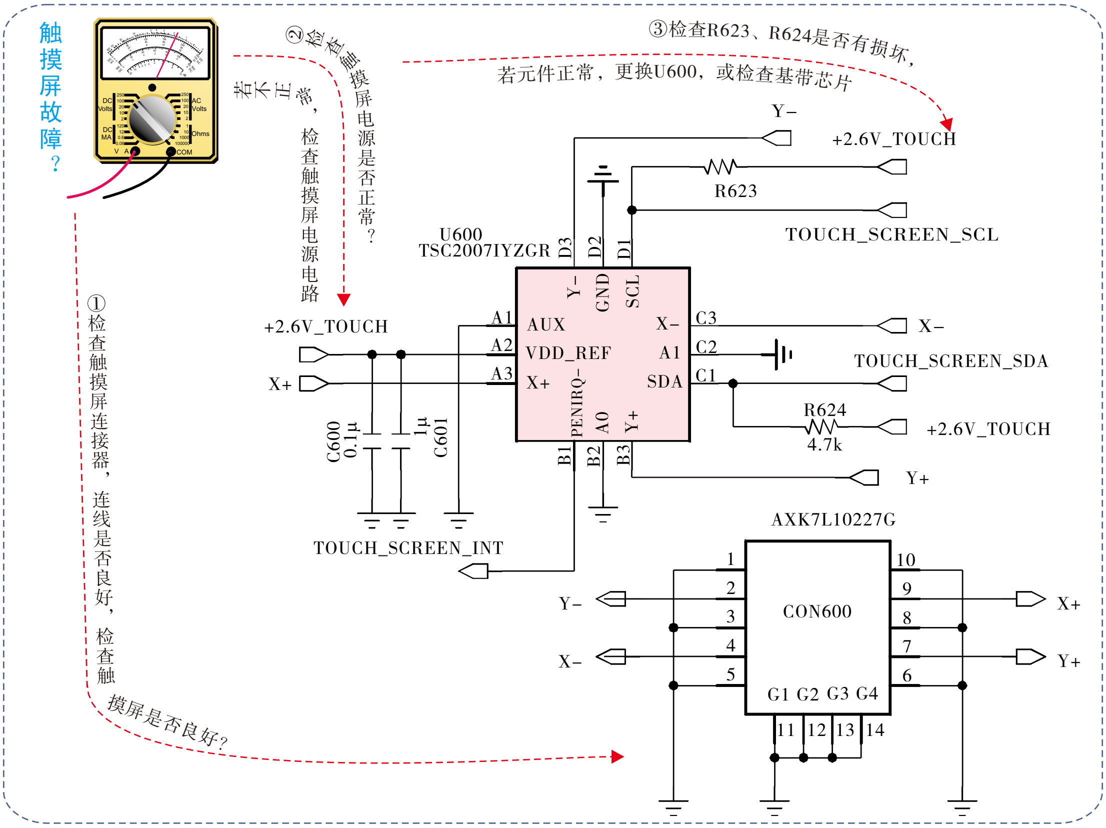
我们可以通过触摸屏控制器芯片的型号判断识别触摸屏电路，如 TSC2046、AR7643、AK4182、ADS7843、MT6301、XPT2046等。

触摸屏控制器芯片与触摸屏之间通常有4条信号线，被标注为X1、X2、Y1、Y2，或X+、X−、Y+、Y−等。

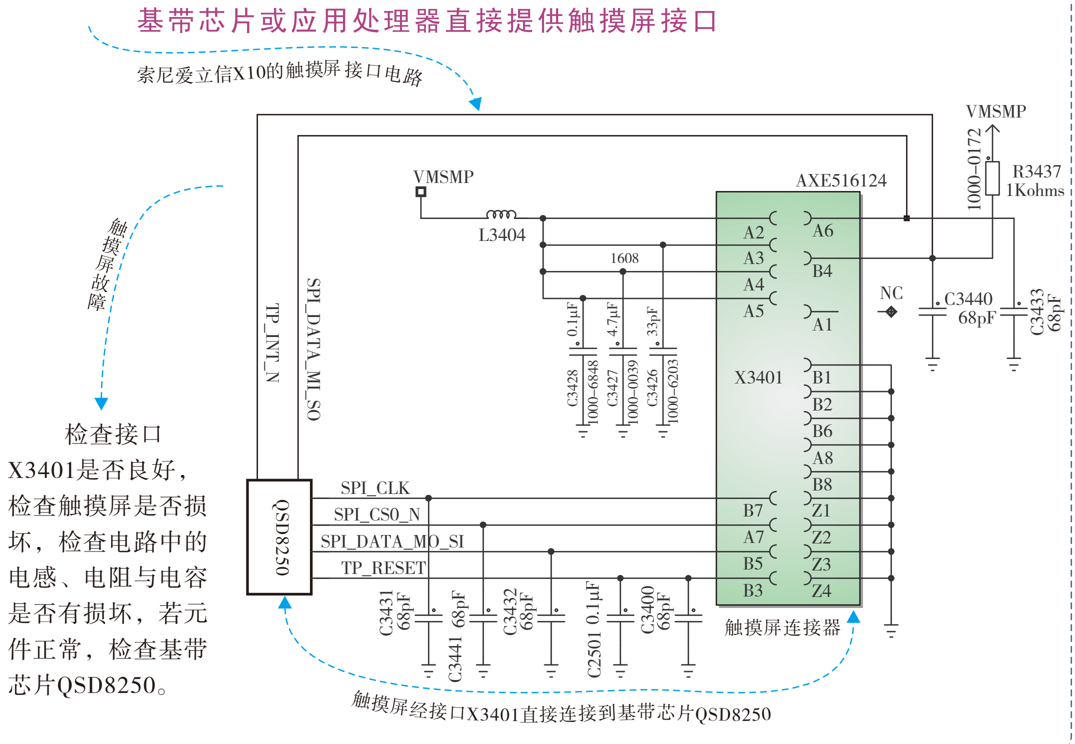
在电路中，常常有touch screen、touch、TOUCH_INT等标注。

手机触摸屏电路有几种情况：**第一种是使用独立的触摸屏控制器。**

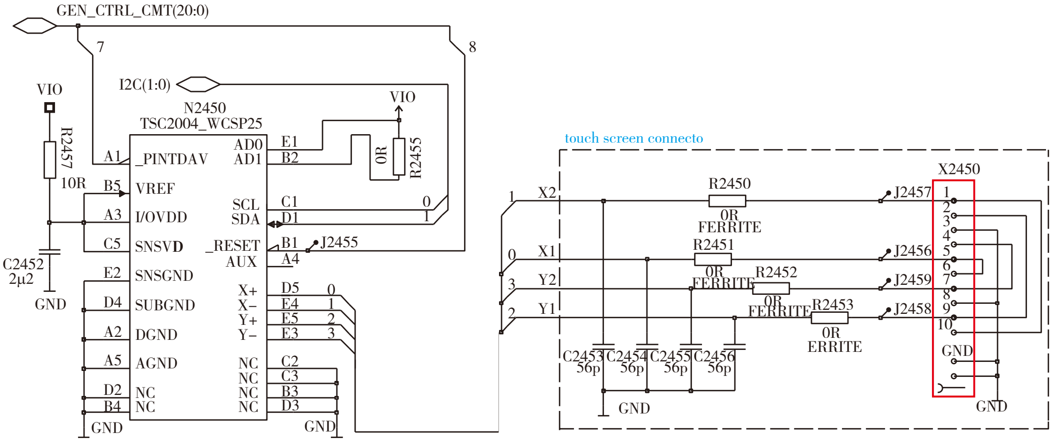


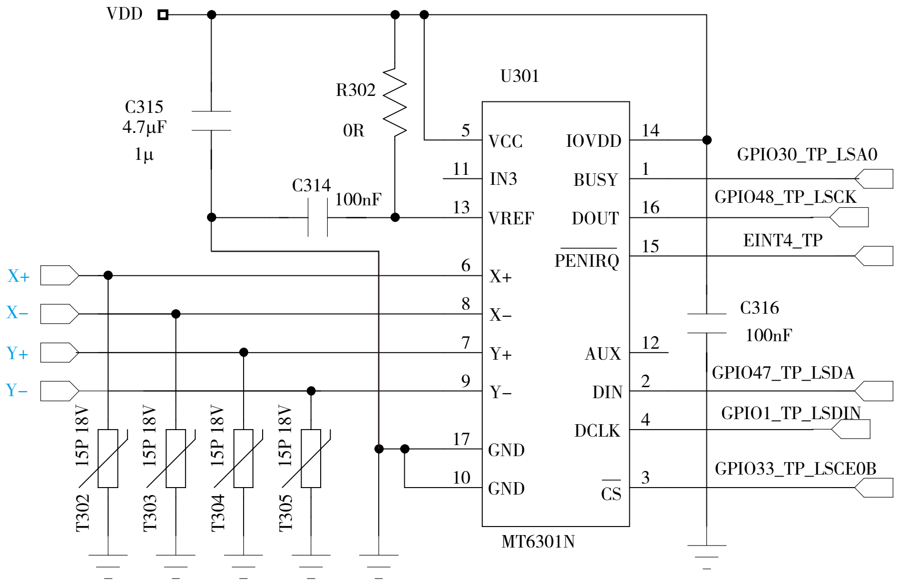


第二种情况是：
基带芯片或应用处理器直接提供触摸屏接口



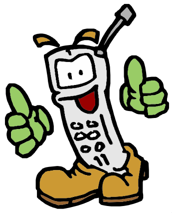
第三种情况是：**触摸屏控制器被集成在电源管理器、语音处理器或其他芯片内。**比如，KT878手机的触摸屏控制器被集成在音频编译码器WM9713内，GT500S手机的触摸屏控制器被集成在电源管理器DA9035内。这一类触摸屏接口电路也很简单，与第二种情况类似。



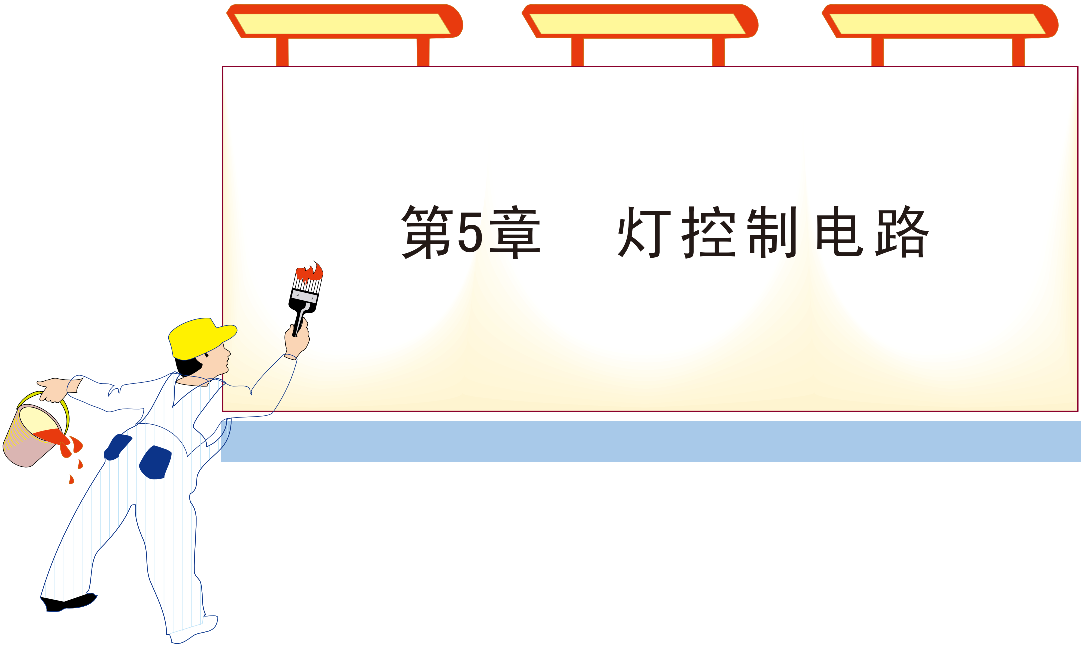


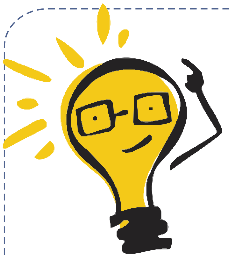
若手机出现触摸屏方面的故障，主要检查触摸屏有无物理损伤；检查按键接口是否良好；检查触摸屏驱动器是否损坏。

若以上都无问题，可检查更换数字基带芯片。对于某些不确定的问题，可尝试更新软件。



第5章　灯控制电路





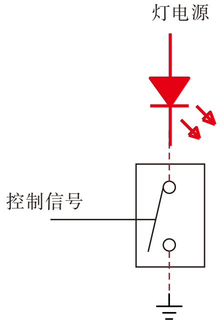
灯控制电路很多
抓住其电路特点

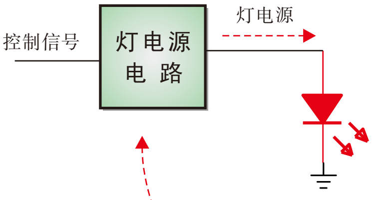
手机中的灯控制电路比较多，如按键背景灯、显示背景灯、信号指示灯、充电指示灯、照相机闪光灯、音乐闪灯等。各灯电路使用的灯的器件可能不同，维修人员无须关注灯电路的种类，主要应抓住各相关驱动电路的特点。

手机中的灯电路可总结为两种：

一种是由电子开关电路控制。当控制信号有效时，灯电流通道闭合，灯开始工作；当控制信号无效时，灯电流通道断开，灯停止工作。这种灯控制电路可能是三极管电路或场效应管电路，也可能被集成在电源管理器内。

电子开关控制的灯电路

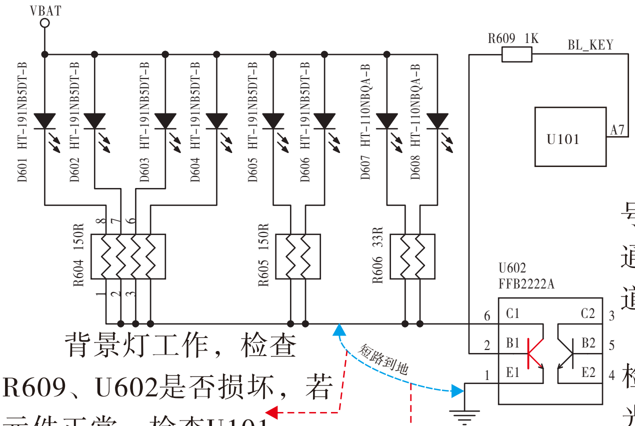




另一种灯控制电路其实是灯的电源电路。当控制信号有效时，灯的电源电路开始工作，为灯提供工作电源，灯开始工作；当控制信号无效时，灯的电源电路停止工作，灯也因此停止工作。

电子开关控制的灯电路

太简单了！
V5101坏：更换；
V5101良好：更换N1600。



U101的A7脚输出高电平控制信号时，U602内左边的三极管饱和导通，为发光二极管提供一个电流通道，按键背景灯开始工作。

背景灯不工作，检查R604～R606，检查发光二极管，检查VBAT电源与发光二极管之间的线路。

背景灯工作，检查R609、U602是否损坏，若元件正常，检查U101。

5.1 灯电源之
显示背景灯

手机显示背景灯驱动电路大致有三种情况：

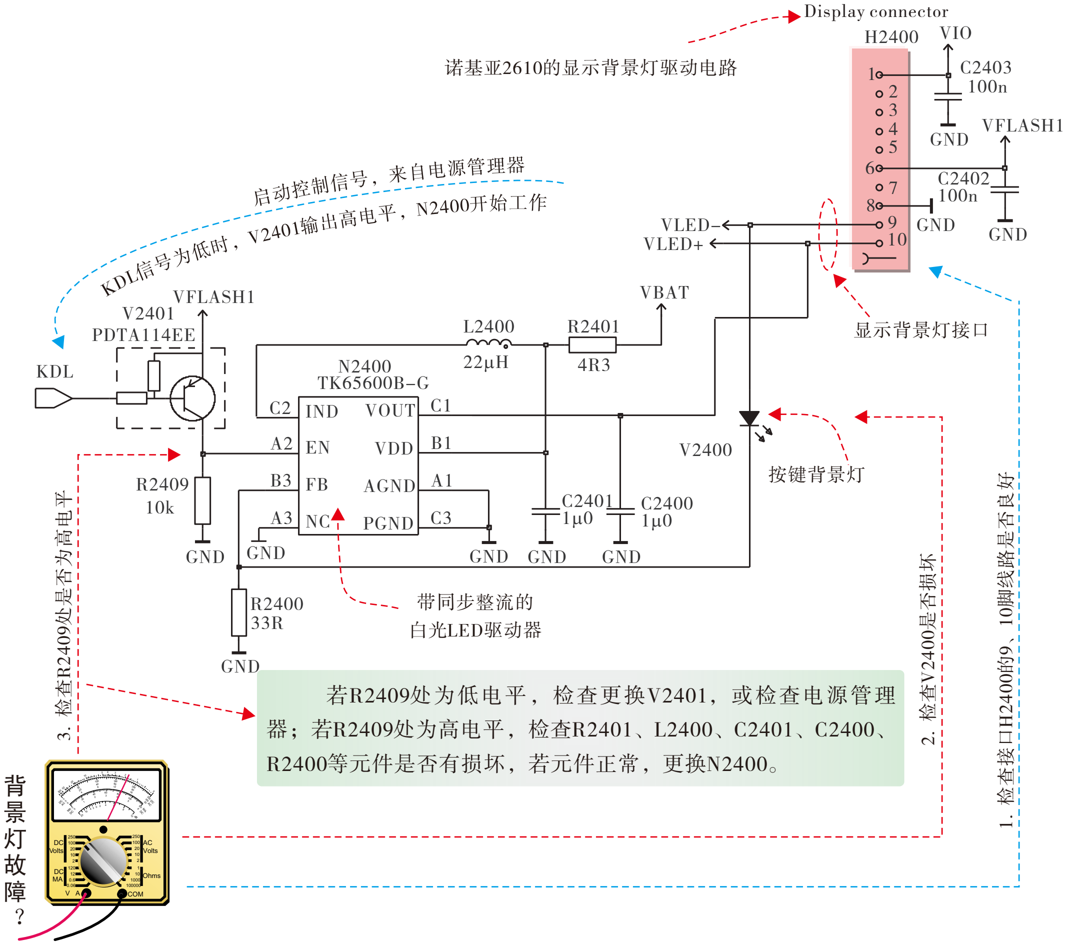
❶电源管理器直接驱动，显示背景灯直接连接到电源芯片的背景灯控制端口。

❷电源芯片内的驱动电源与外部器件一起组成一个背景灯升压（Boost）电源电路。

❸采用一个独立的直流变换器电路。

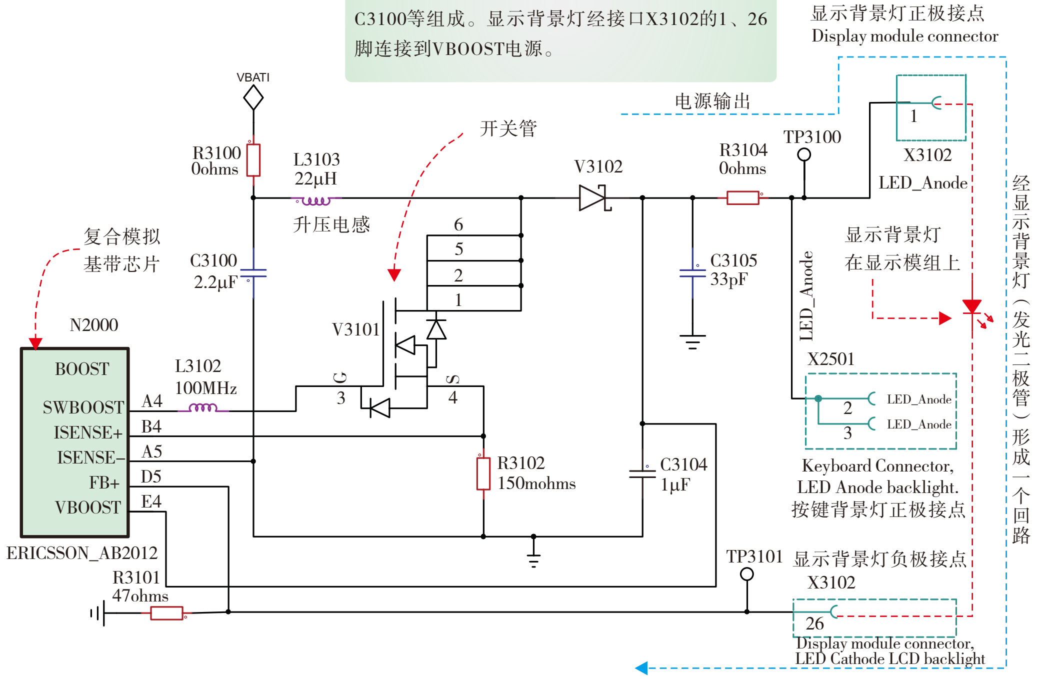
手机的显示背景灯电路中可能有一些可以用作识图参考的重要标注，如 LCDBKL、LCMBKL、LCDPWR、LCMLED_EN、LCD backlight、LCD_BL等。

在一些手机的显示背景灯电路中，可能没有明显的标注，通常需要借助含字母LCD、LED等的标注来分析识别。



Boost升压电路

VBOOST电源电路由复合模拟基带N2000内的部分电路与外接的L3102、V3101、V3102、C3100等组成。显示背景灯经接口X3102的1、26脚连接到VBOOST电源。



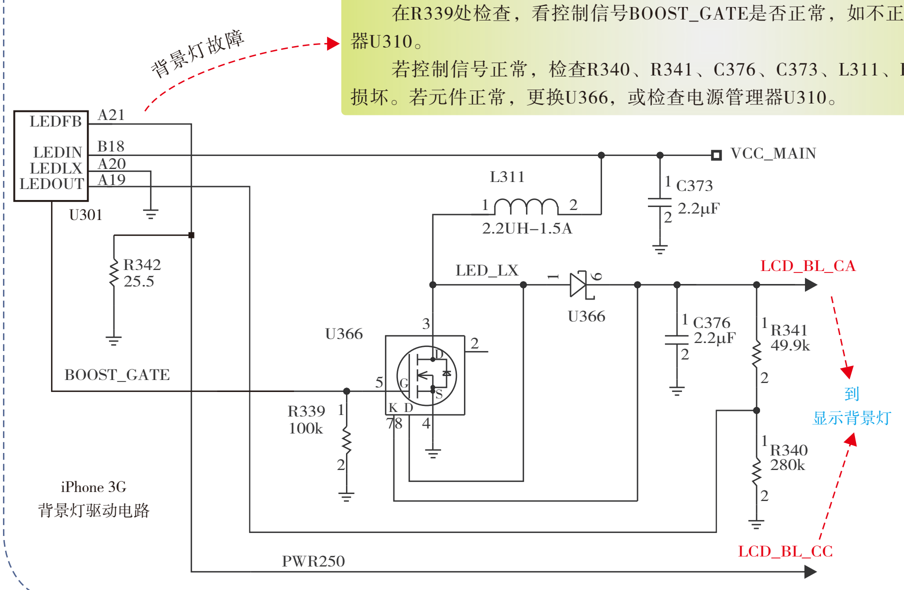
若手机LCD模组所在的PCB需要通过相关的连接器连接到主机电路板，注意检查连接器及其线路是否良好。

可检查显示背景灯驱动器（电源）的外围元件是否有损坏。若元件正常，检查更换相关的芯片，或检查基带处理器的焊接是否良好。

检查显示模组接口及其排线是否良好。

在R339处检查，看控制信号BOOST_GATE是否正常，如不正常，检查电源管理器U310。

若控制信号正常，检查R340、R341、C376、C373、L311、R342等元件是否有损坏。若元件正常，更换U366，或检查电源管理器U310。

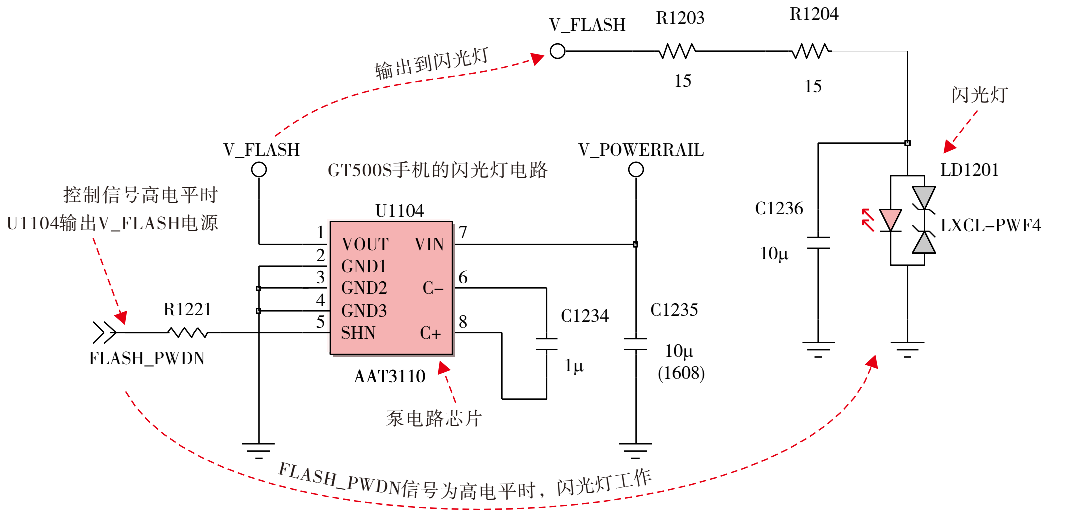


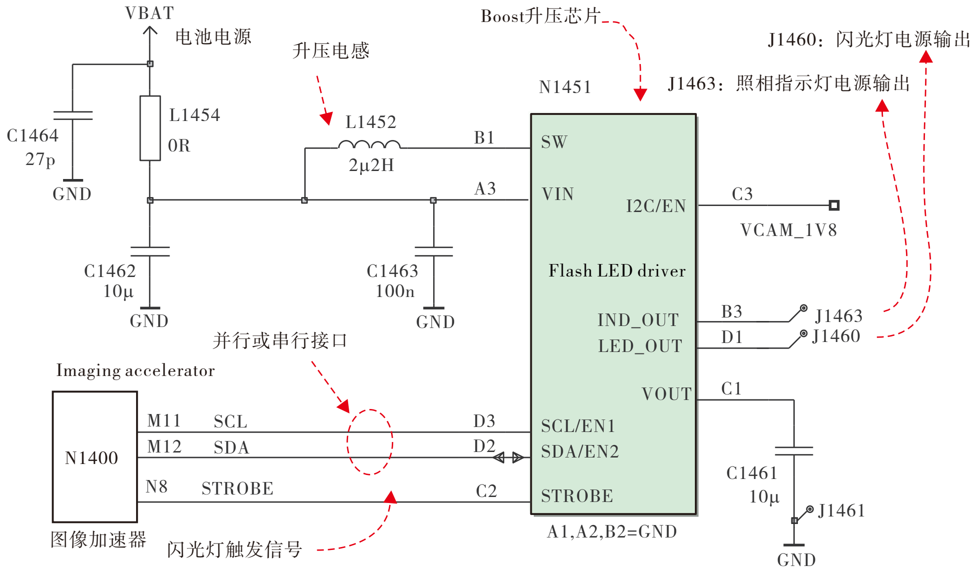
5.2 灯电源之照相闪光灯

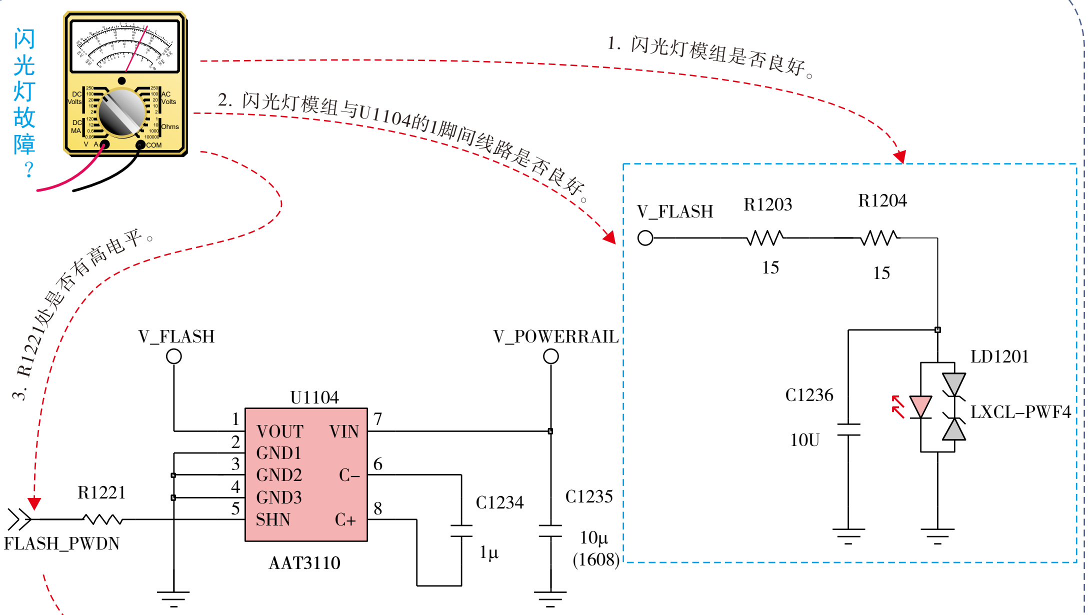
手机中的闪光灯驱动电路其实大多是直流（DC-DC）变换电路。

闪光灯电路图常以Strobe、FlashEn、FlashLED、Camera_Flash等进行标注。

闪光灯驱动（电源）电路基本上都是一个直流变换器芯片电路。





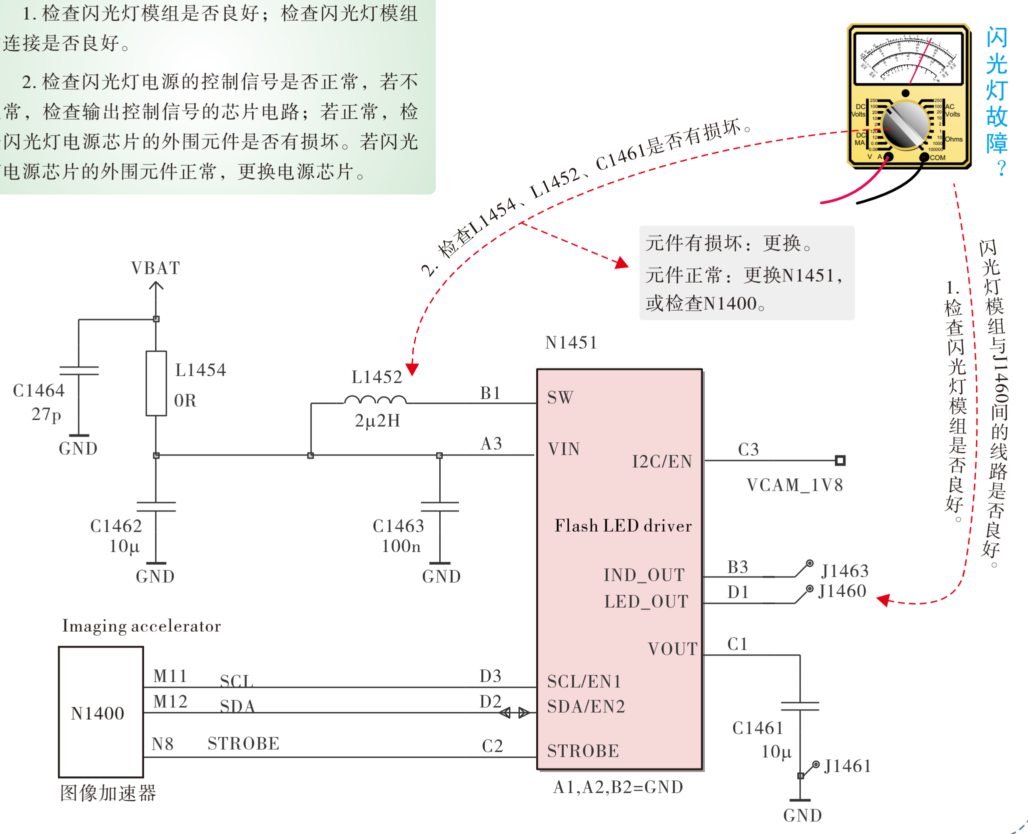


若R1221处控制信号为低电平，检查输出FLASH_PWDN信号的芯片电路；若R1221处的控制信号为高电平，检查R1221、C1234、C1235是否有损坏，若元件正常，更换U1104。

闪光灯电路的检修操作很简单：

1. 检查闪光灯模组是否良好；检查闪光灯模组的连接是否良好。

2. 检查闪光灯电源的控制信号是否正常，若不正常，检查输出控制信号的芯片电路；若正常，检查闪光灯电源芯片的外围元件是否有损坏。若闪光灯电源芯片的外围元件正常，更换电源芯片。

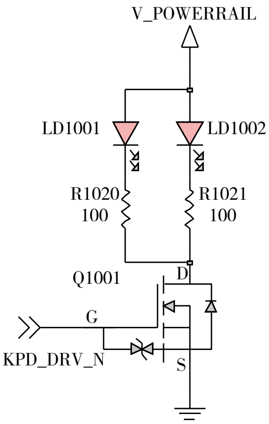


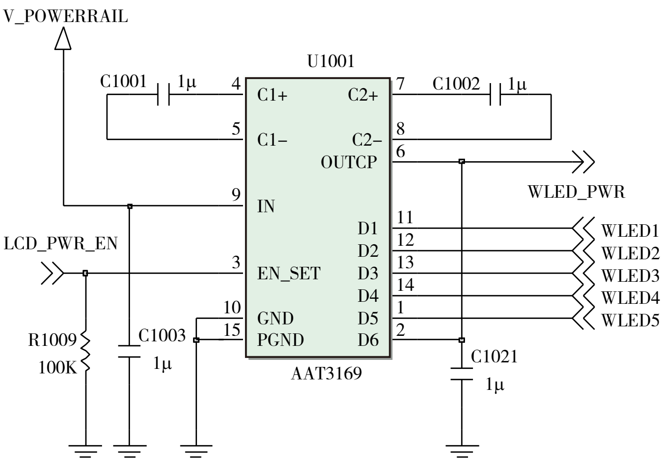
检修手机闪光灯故障时，如果抓住重点，检修就会很容易。

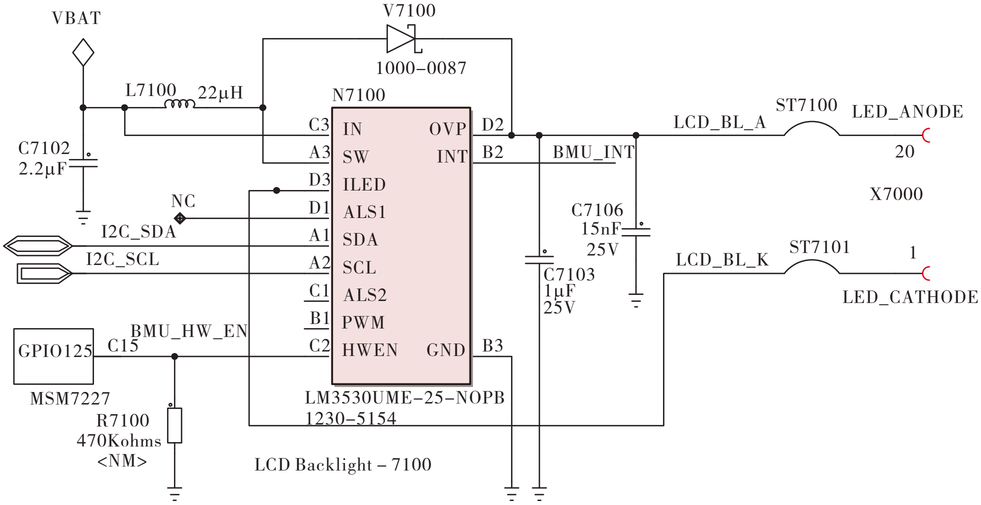
若闪光灯模组通过连接器、插座等连接闪光灯驱动电路，应注意检查连接器、连线等是否良好。

无论闪光灯电路如何，控制信号都是检查的重点。

如今手机中的芯片多采用BGA封装（或因没有电路图），检修人员可能找不到控制信号的测试点。这种情况下，可先检查闪光灯电路中直流变换器的外围元件（这些外围元件大都可以利用万用表来检查判断）。若外围元件没有问题，可依次检查更换闪光灯电路中的直流变换器（或其他有源器件）和输出控制信号的相关芯片。

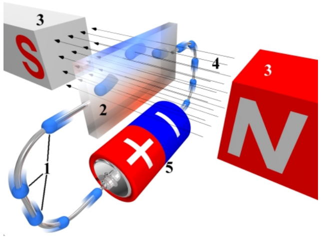






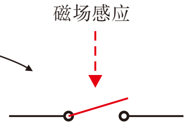
第6章　传感器电路

6.1 霍尔器件

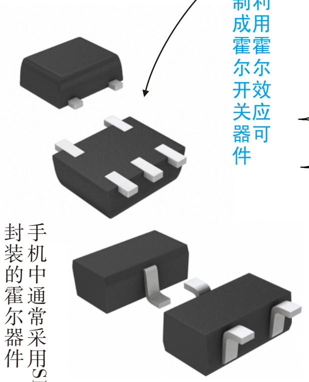


当一块通有电流的金属或半导体薄片垂直地放在磁场中时，薄片的两端就会产生电位差，这种现象即霍尔效应。

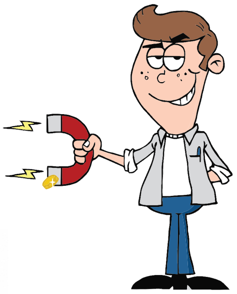
利用输入的磁场控制电子开关



利用霍尔效应可制成霍尔开关器件



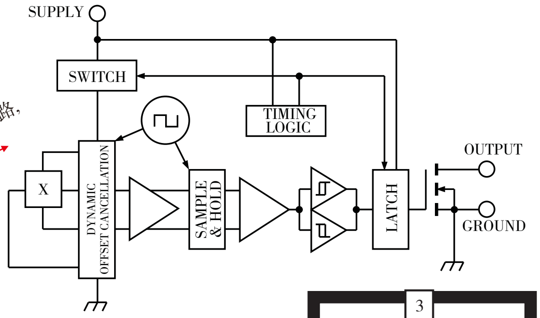
手机中通常采用SMD封装的霍尔器件

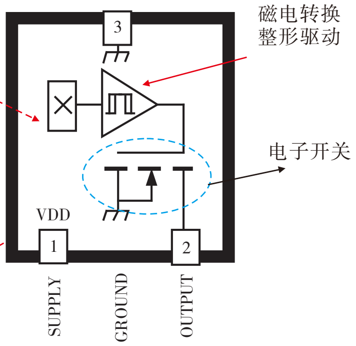


手机中采用集成的霍尔开关器件，常见的如A3210、TLE4917、SH248CSP等。

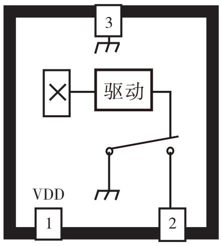
霍尔开关属于有源磁电转换器件，它是在霍尔效应原理的基础上，利用集成封装和组装工艺制作而成的，它可方便地把磁输入信号转换成实际应用中的电信号。

霍尔开关器件内集成了多个单元电路，无须关注其内部构成

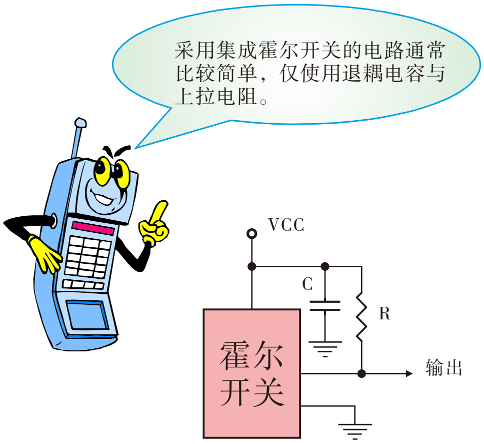




简单理解为：
磁感应区、磁电转换、整形驱动、电子开关



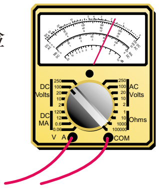
当磁铁（磁场）靠近（或远离）霍尔开关时，霍尔开关内的输出开关管导通（或截止）。

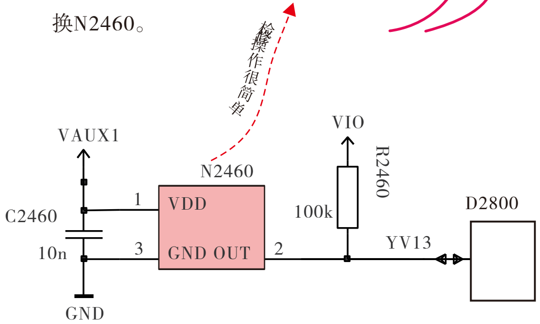


霍尔开关电路模型

比较一下

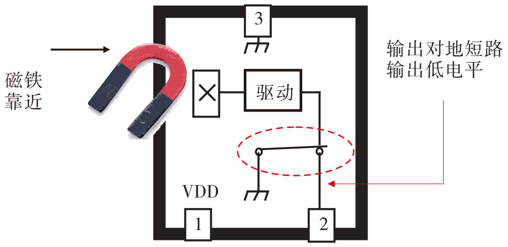
拿磁铁靠近、远离传感器，检查传感器的2脚输出是否变化，若有变化，检查基带处理器D2800，若没有变化，检查R2460，检查更换N2460。





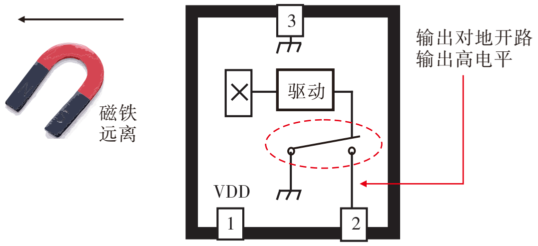
诺基亚X3手机中的滑盖状态监测电路

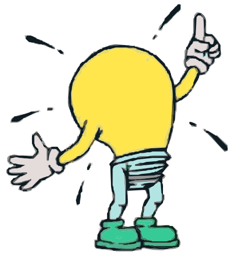
除输入的电源外，**霍尔开关电路仅有一个输出信号**。输出信号只有高电平或低电平两种状态。



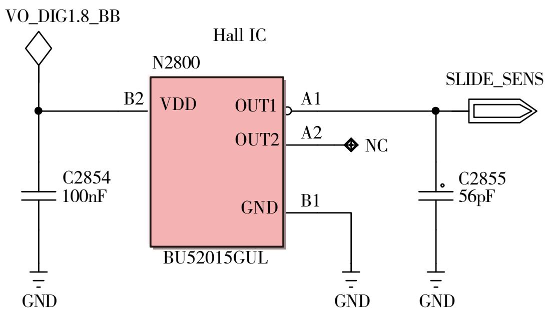
对于霍尔开关电路，可以这样简单理解：当磁铁靠近霍尔开关时，霍尔开关内的输出开关管导通，输出端口被短路到地，霍尔开关电路输出低电平信号；当磁铁远离霍尔开关时，霍尔开关内的输出开关管截止，霍尔开关电路输出高电平。

霍尔器件的应用很广泛：在手机中，通常用于翻盖、滑盖、导航键状态检测；在笔记本电脑中，用于LCD面板状态检测。





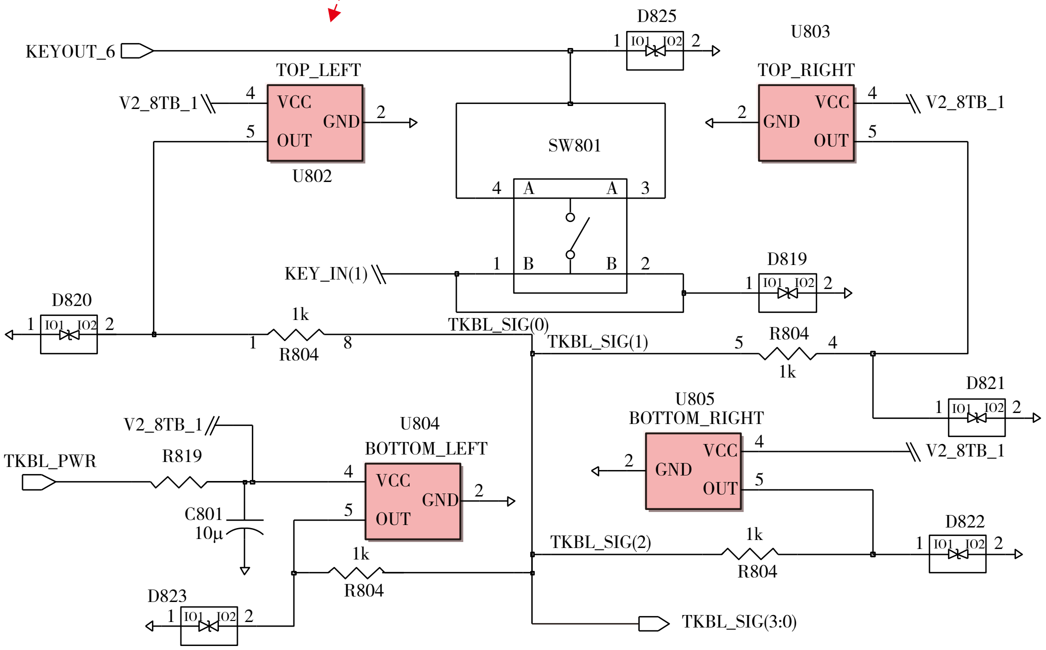
若霍尔器件电路出现故障，先检查其供电是否正常。若供电不正常，检查供电线路；若供电正常，可用磁铁靠近霍尔器件，用万用表检查传感器的输出端信号电平是否翻转。若信号电平翻转，检查霍尔元件（或磁阻元件）与基带芯片之间的连线，检查基带芯片电路；若信号电平没有翻转，检查更换霍尔器件。

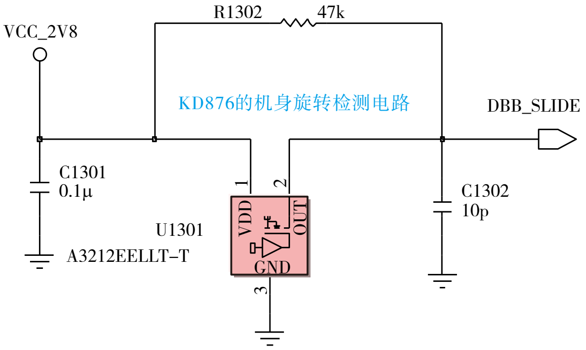


U8i的侧滑盖状态监测电路

SW801是轨迹球按键，U802～U805所示的是轨迹球上、下、左、右4个方向的霍尔传感器。基带处理器为轨迹球电路提供工作电源TKBL_PWR，经R819给U802～U805电路供电。U802～U805输出的信号被送到基带处理器的GPIO端口。

黑莓8320手机的轨迹球电路



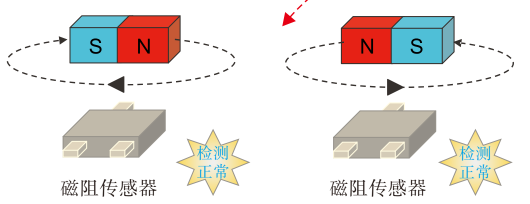


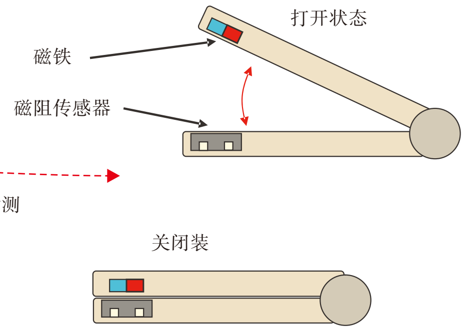
KD876的机身旋转检测电路

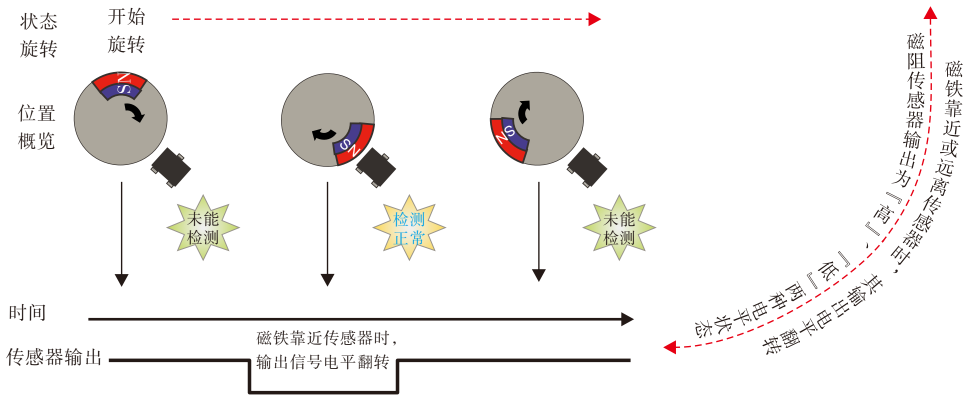
几个手机内不同的霍尔器件电路，比较它们并做检修分析！

6.2　磁阻传感器

一些新型手机中的翻盖、滑盖监测电路开始使用磁阻（MR）传感器。磁阻传感器的原理是内部电阻值会因外界磁力的改变发生变化，产生ON/OFF的数字信号输出。

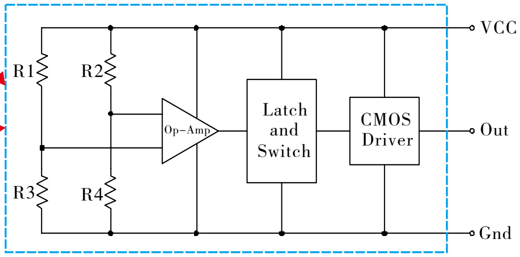






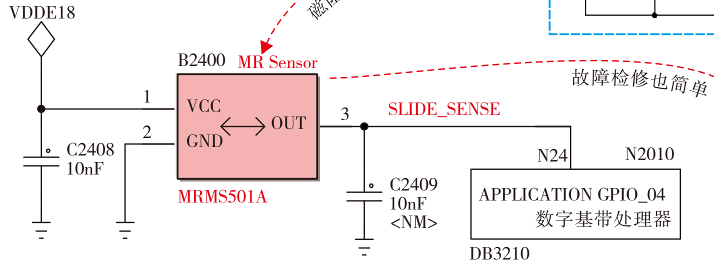
磁阻传感器电路

R1～R4是传感器内的磁感应电桥



内部电路方框图

磁阻传感器电路非常简单

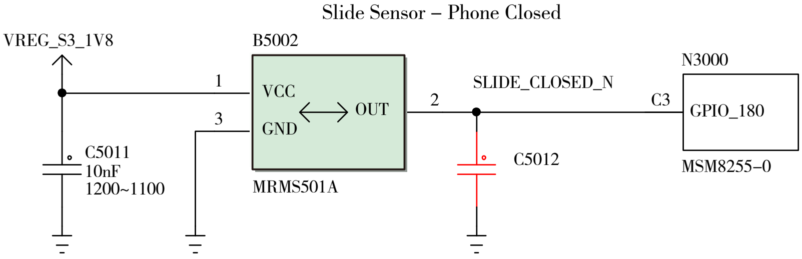


故障检修也简单

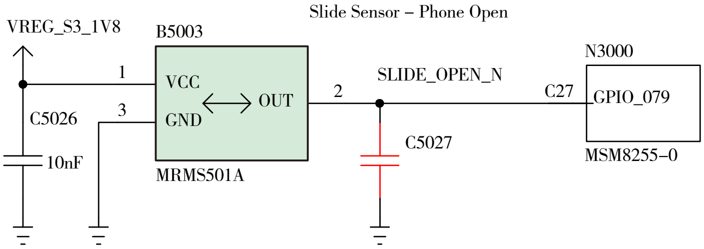
索尼爱立信W995的滑盖监测电路

拿磁铁靠近/远离传感器，看输出信号电平是否翻转。若是，检查基带芯片；若不是，检查传感器及其输出线路上的元件。

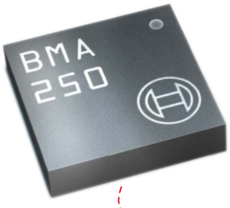
索尼爱立信R800内的两个磁阻传感器电路



不论磁阻传感器的型号如何，手机中磁阻传感器的电路都基本一致。



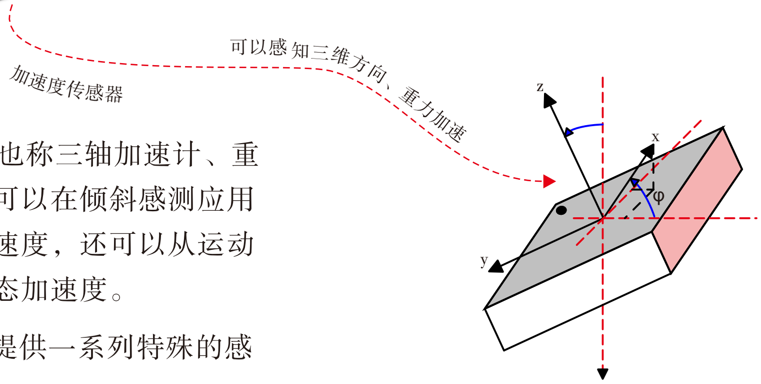
6.3 加速度传感器



动态和静态感测功能可以检测有无运动发生，以及在任何轴上的加速度是否超过用户设置的水平。

点击感测功能可以检测单击和双击动作。

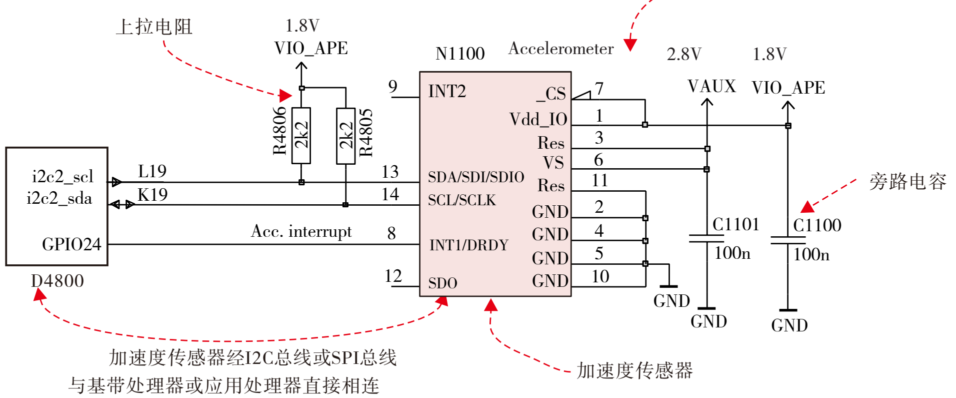
自由落体感测功能可以检测该设备是否正在掉落。

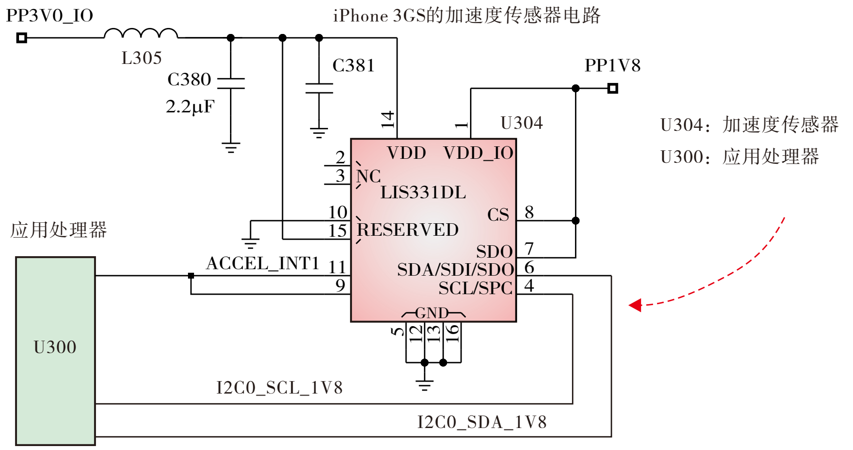


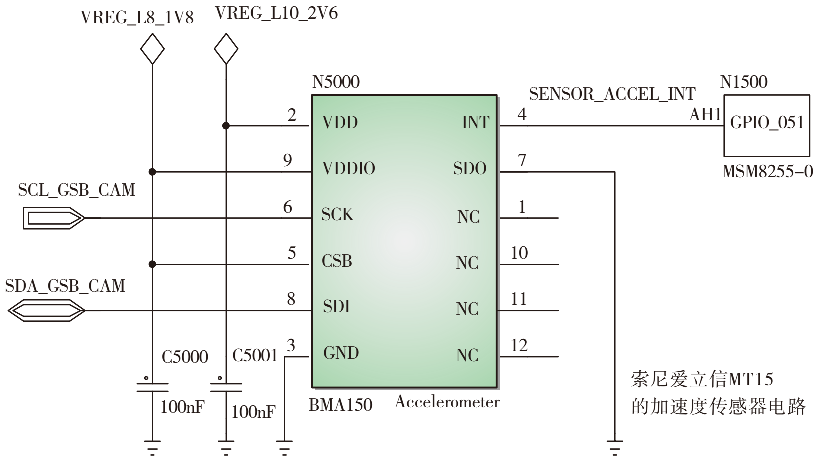
加速度传感器也称三轴加速计、重力加速传感器，它可以在倾斜感测应用中测量静态重力加速度，还可以从运动或者振动中生成动态加速度。

三轴加速计可提供一系列特殊的感测功能。

加速度传感器电路很简单，除供电线路上的电阻与旁路电容、I2C总线上的上拉电阻外，基本上没有其他任何元件。







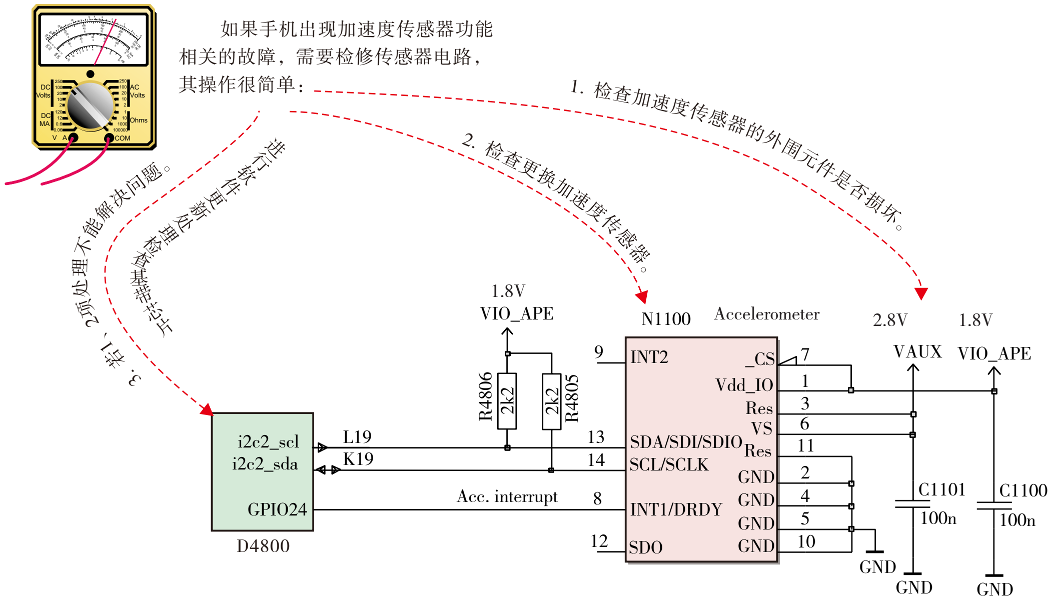
两个手机的加速度传感器电路，比较它们并做检修分析！

如果手机出现加速度传感器功能相关的故障，需要检修传感器电路，其操作很简单：

1. 检查加速度传感器的外围元件是否损坏。

2. 检查更换加速度传感器。

3. 若1、2项处理不能解决问题。进行软件更新处理，检查基带芯片



可用示波器来检修加速度传感器电路。用示波器检查传感器芯片的INT信号是否正常，在晃动电路板时检查I2C数据是否有变化。若INT信号不正常，检查相关的基带芯片；若I2C数据不正常，检查芯片的供电是否正常，若供电正常，检查更换传感器芯片。

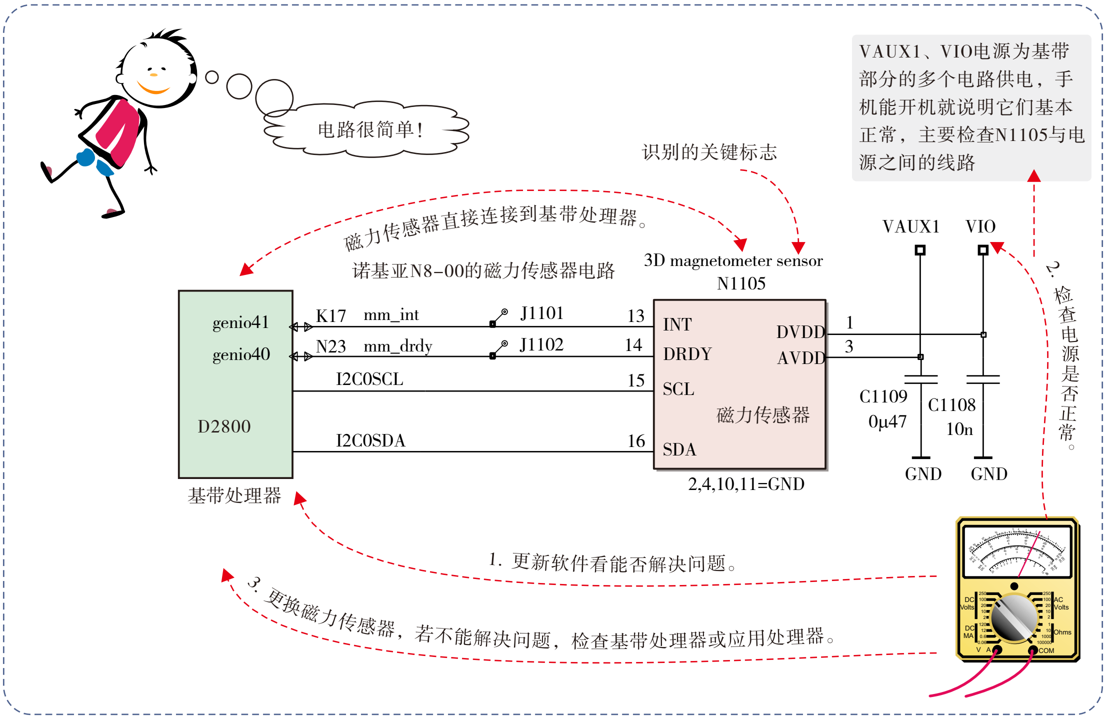
6.4　磁力传感器

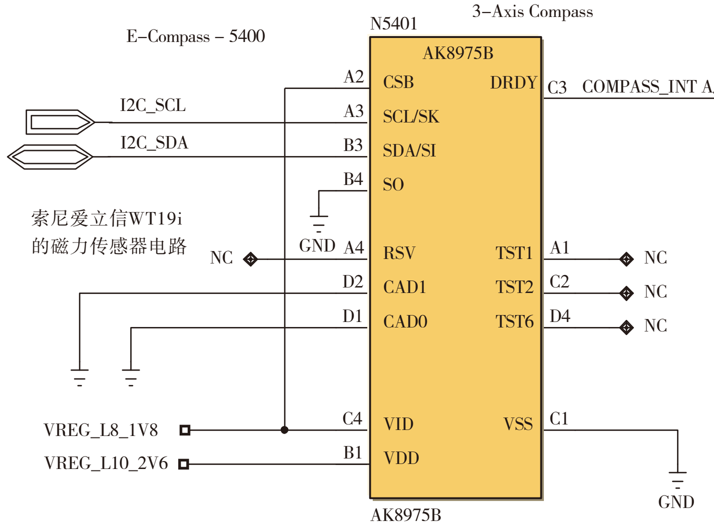
一些智能手机提供电子罗盘功能

手机的电子罗盘功能是通过磁力传感器来实现的。

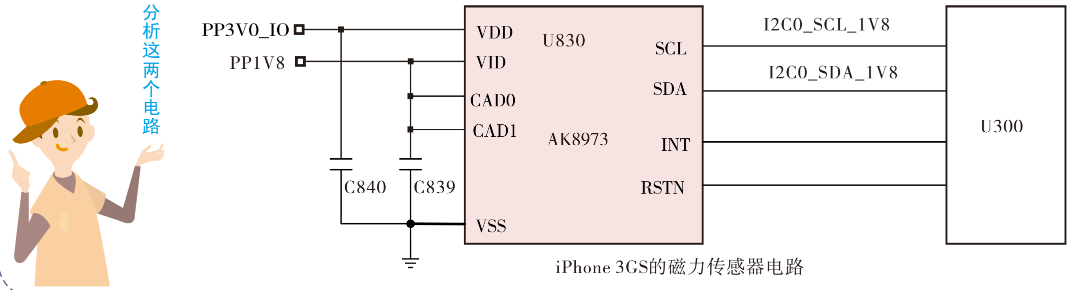
磁力传感器也称磁力计、地磁传感器。手机中的磁力传感器大多是AKM的，如AK8973、AK8975等。

在手机中，磁力传感器通过I2C接口或SPI接口与基带处理器（或应用处理器）直接连接，其电路很简单。





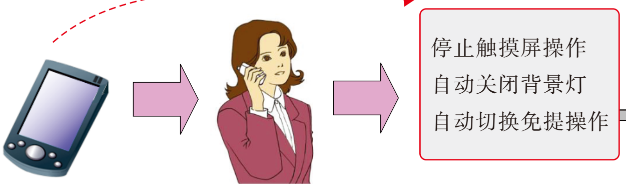
可用示波器来检修磁力传感器电路。用示波器检查传感器芯片的控制信号是否正常，在变动电路板方位时检查I²C数据是否有变化。若控制信号不正常，检查相关的基带芯片；若I²C数据不正常，检查芯片的供电是否正常。若供电正常，检查更换传感器。



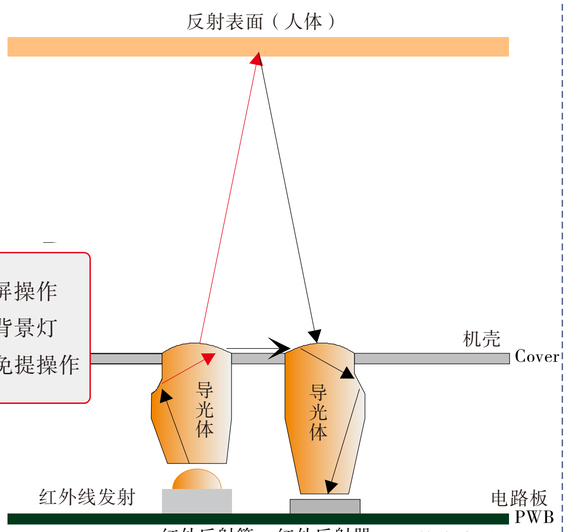
iPhone 3GS的磁力传感器电路

6.5 接近传感器

接近传感器的应用。

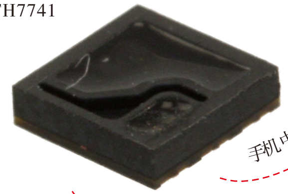


一些手机内置了接近传感器，以使手机能自动控制免提通话的某些功能。

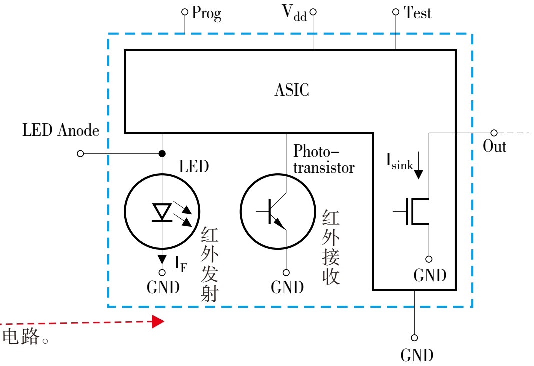


接近检测示意图

Proximity Sensor
接近传感器
SFH7741

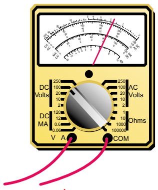


手机中的接近传感器通常被安装在面板上。



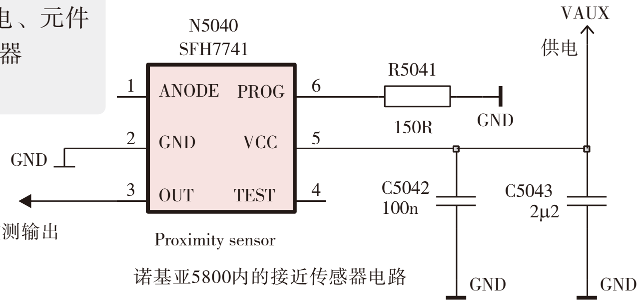
方框图

接近传感器集成了红外发射管、红外接收管，以及相关的数字电路。



用手接近、远离传感器，检查输出数据是否发生变化。若有变化，检查基带芯片；若没有变化，检查供电、R5041，若供电、元件没问题，更换传感器N5040。

最简单的一个接近传感器电路

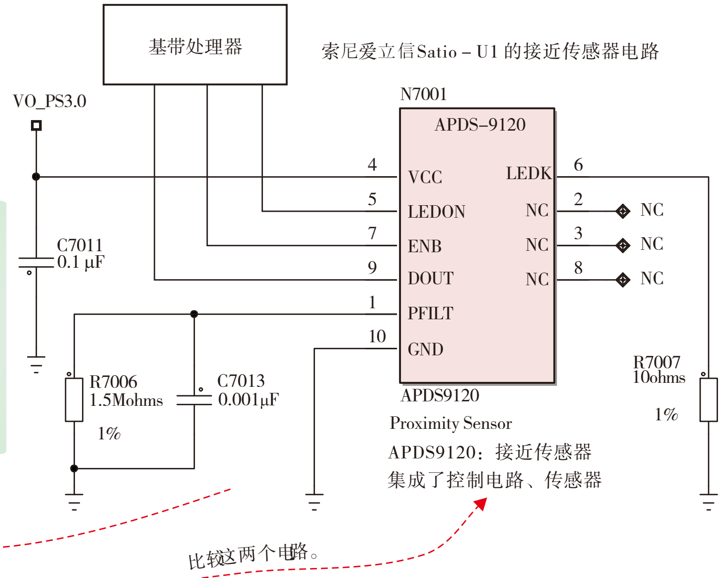


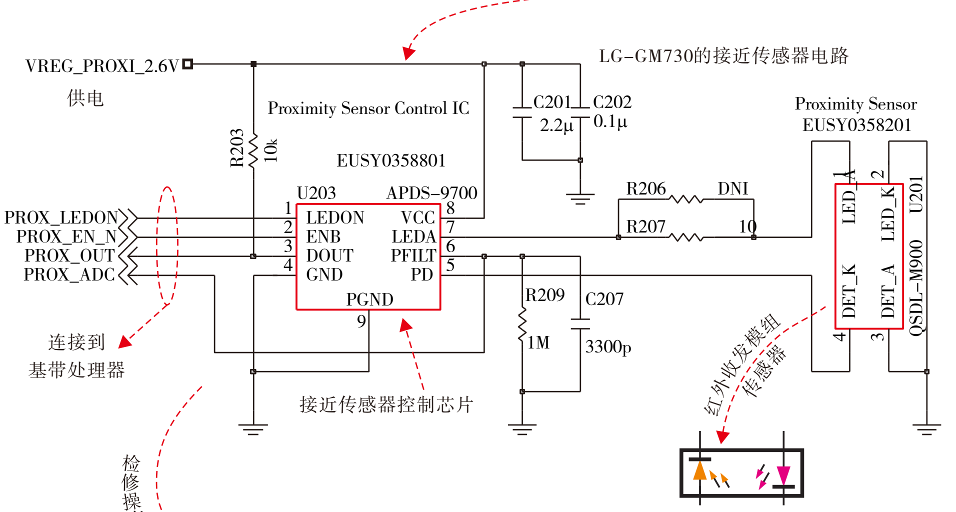
诺基亚5800内的接近传感器电路

（1）检查供电是否正常。

（2）检查R7007、R7006、C7013是否损坏。若元件正常，更换N7001。

（3）若以上都正常，检查基带处理器。





（1）检查R207处信号是否正常。若信号不正常，检查供电，若供电正常，更换U203，或检查基带处理器。

（2）用手靠近、远离传感器，用示波器检查R203处的信号是否正常。若不正常，检查R203、R209、C207，或检查更换U201、U203。

（3）若R203处信号正常，检查基带处理器。

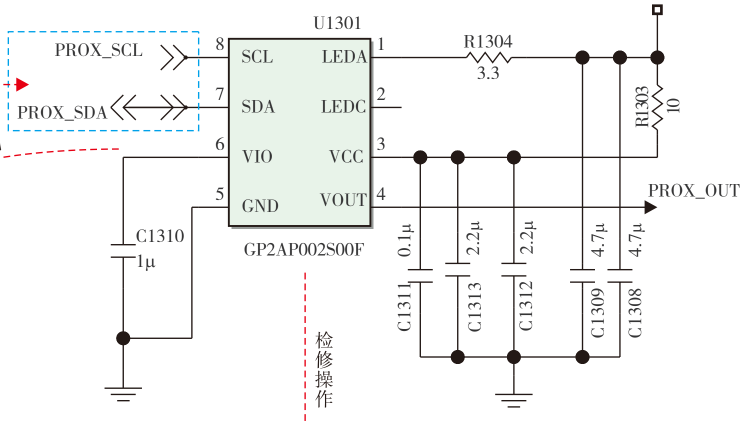
检修接近传感器电路故障是比较容易的，手机加电开机后，用手接近、远离传感器，检查传感器的输出信号电平是否有明显的变化。

若输出信号变化明显，检查传感器输出信号线路，检查基带处理器或应用处理器。

若输出信号没有变化，检查供电是否正常，或更换传感器。若输出信号的变化不明显，直接更换传感器。

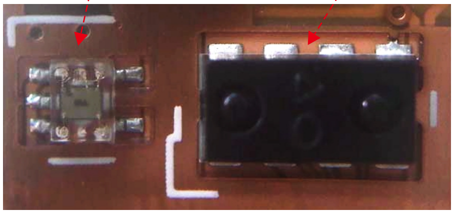
与前面几个接近传感器电路不同，
基带处理器通过I²C总线控制传感器。

LG-C900K的接近传感器电路



U1301实物图

环境光传感器　　C900K内的接近传感器

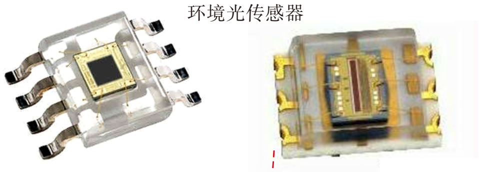


（1）在U1301处检查SCL信号是否正常。若不正常，检查基带处理器。

（2）检查U1301的1、3脚电压是否正常。若不正常，检查R1304、R1303，或检查VREG_PROX1_2.6V电源。

（3）用手靠近传感器，检查其4脚信号有无变化。若无变化，更换U1301，或检查基带处理器；若有变化，检查基带处理器。

6.6　环境光传感器



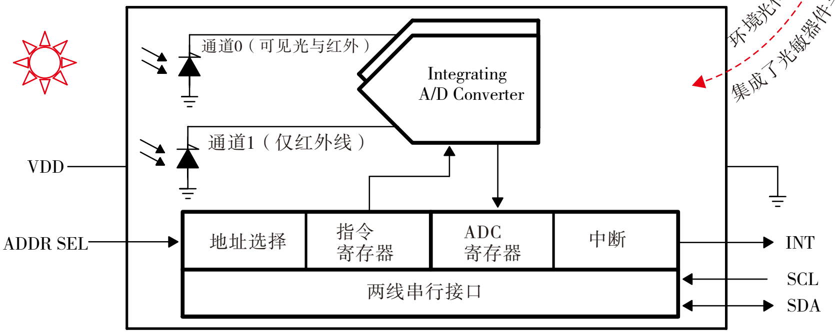
环境光传感器

通常安装在机壳上

手机中的环境光传感器被用来自动调节背景灯或控制照相机闪光灯。

环境光传感器大都是模组。集成了光敏器件与相关的处理电路。

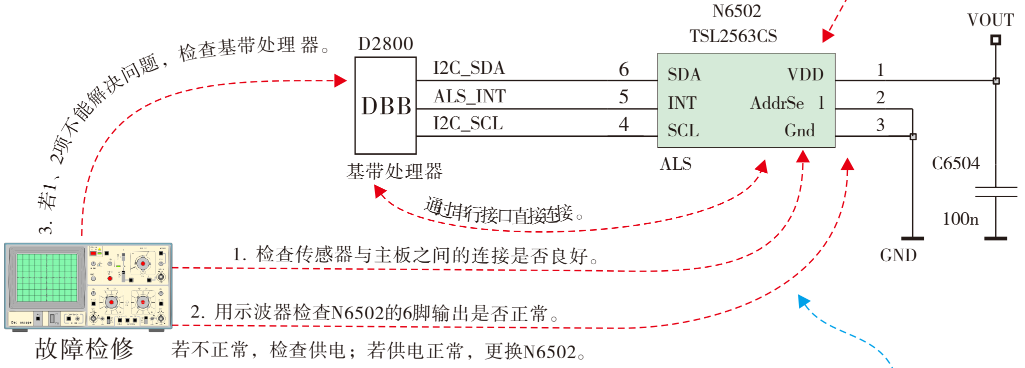
TSL2563CS的内部电路方框图



检修环境光传感器电路故障时，使传感器被遮住、暴露在光源下，检查传感器的数据信号是否有明显的变化。若输出信号变化明显，检查传感器输出信号线路。若输出信号没有变化，检查供电是否正常，或更换传感器。若输出信号的变化不明显，直接更换传感器。

环境光传感器电路比较简单，通常没有什么外围元件，传感器通过串行接口与基带芯片直接连接。

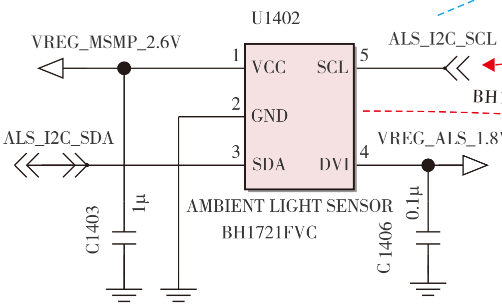
诺基亚5800的环境光传感器电路



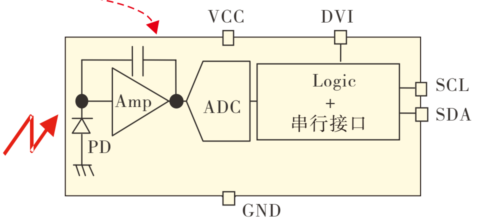
检修操作类似。

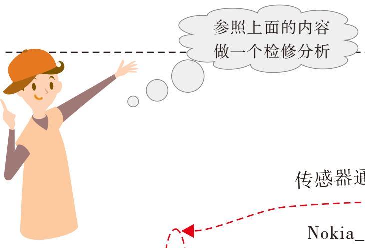
LG-C900K的接近传感器电路

U1402通过串行总线与基带处理器通信。



BH1721FVC的方框图

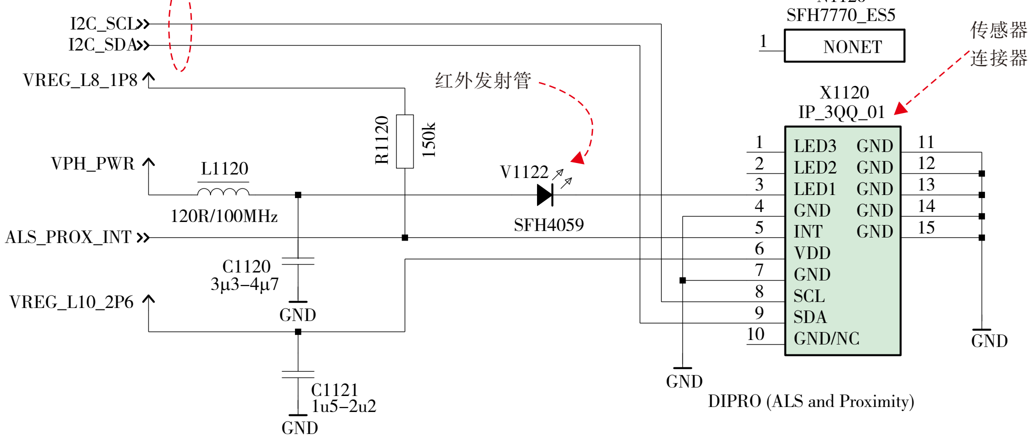




环境光监测/接近传感器二合一，电路依然简单

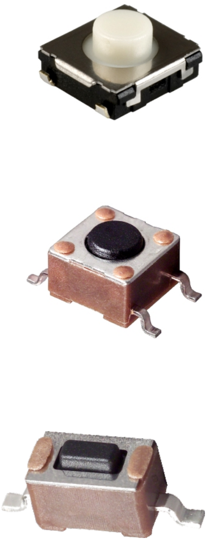
传感器通过串行总线与基带处理器通信

Nokia_Lumia_710的接近传感器与环境光传感器电路



第7章　人机界面接口电路

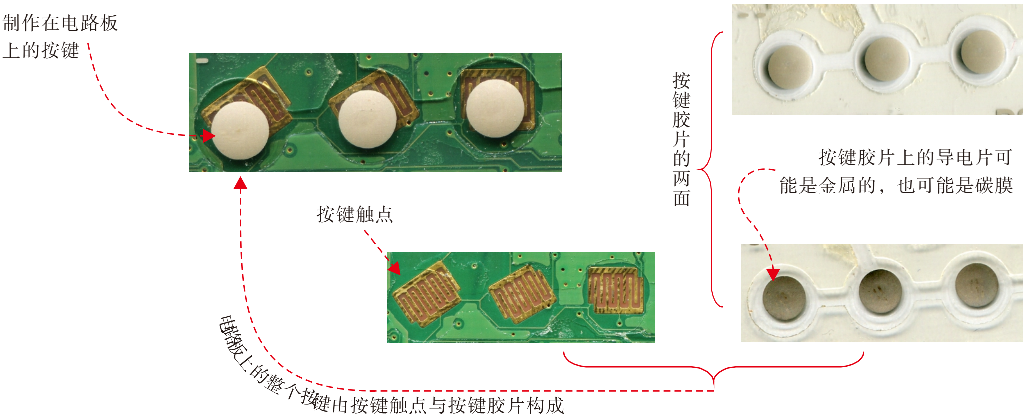
7.1 按键

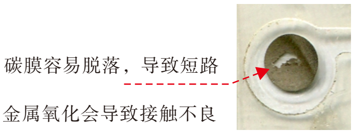


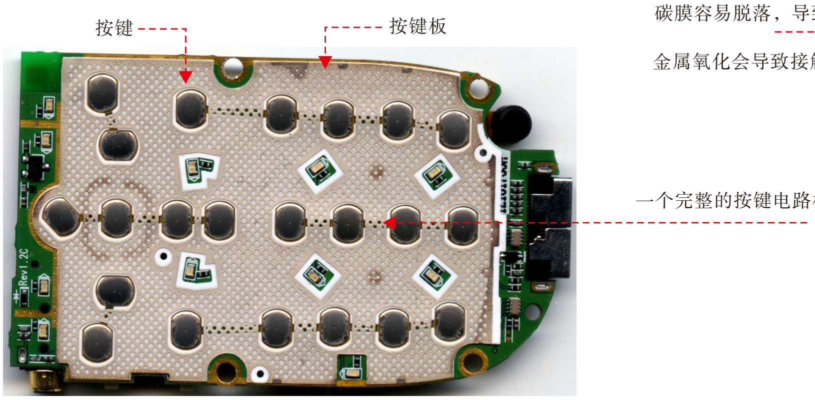
三个短程微动开关

即使是使用触摸屏，手机也会有许多按键，如电源开关键、功能键等。

除电源开关键外，手机的其他按键都是由数字基带处理器或应用处理器驱动的。手机的电源开关键连接到电源管理器电路。



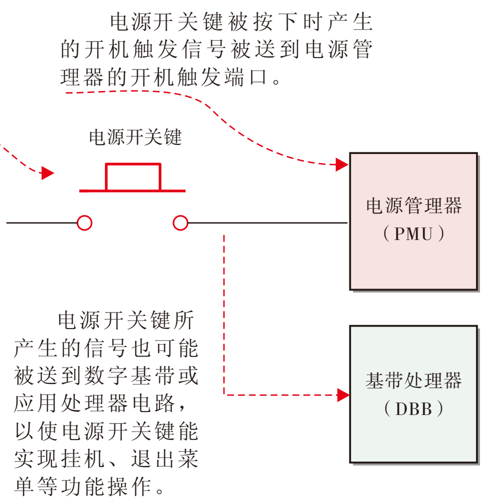


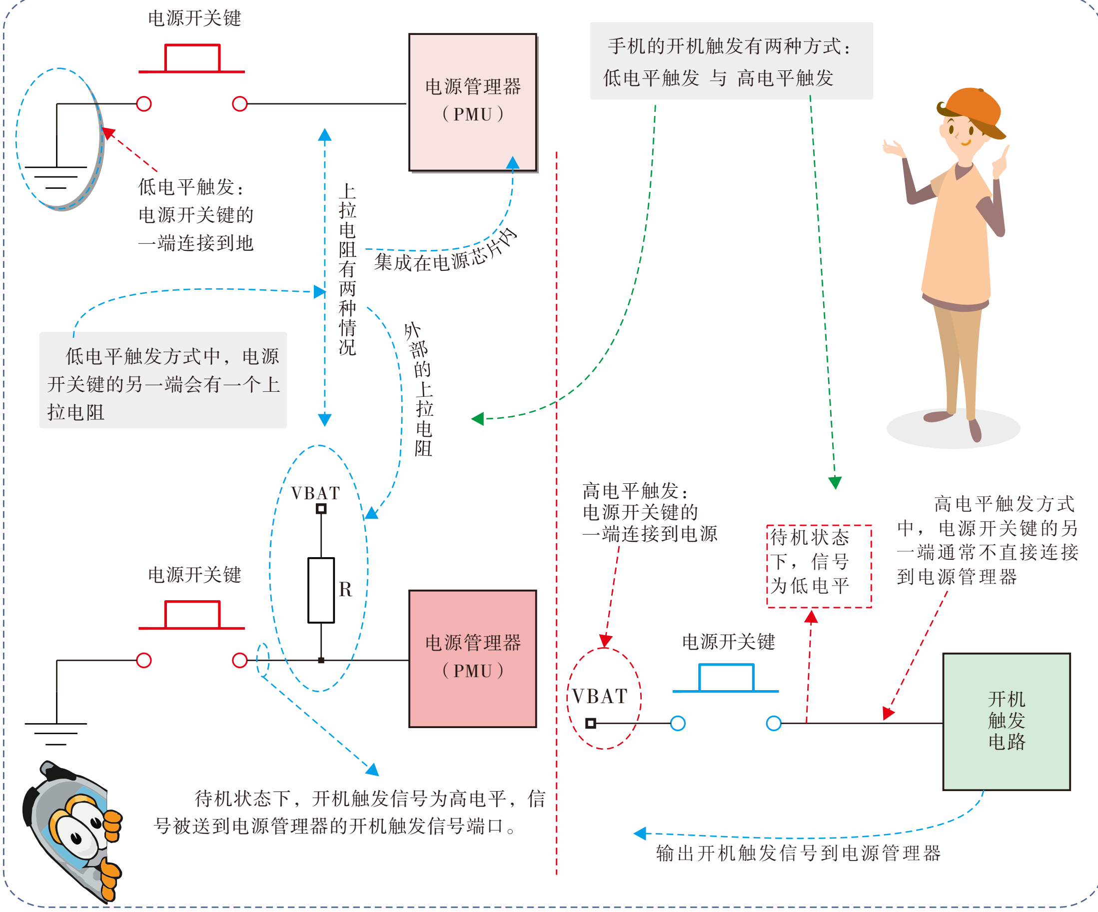


7.1.1　电源开关键

手机的电源开关键被连接到电源管理器（PMU）。

在电路图中，电源开关键通常用ONKEY、POWERKEY、ENDKEY、PWR_SW 、PwrKey等来表示。



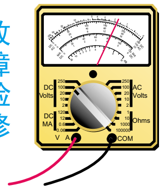


在手机电路图中，没有特定的表示电源开关键的图形符号。

识别电源开关键信号线路时，主要是通过线路上的英文标注来识别，常见的英文标注有ONSWAn、ONSWB、ONSWC、ON_SW、KPDPWR_N、ON_OFF、PWON、PWR_SW、ON_OFF_ENDb、POWERKEY、KEYON、POWERKEY、POWONKEY、PWRON POWERON_KEY、POWER_ON、ONKEY、ONKEYN、PWR_SW、PwrKey、KB_ON_OFF、PWRONX等。

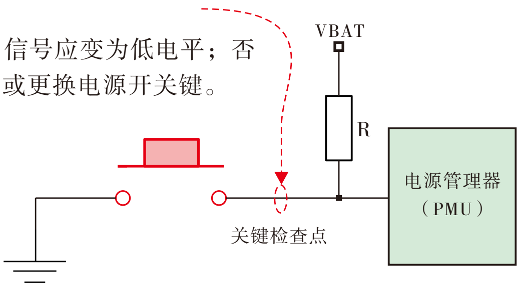
若电源开关键信号线路不正常，会导致手机出现开机方面的故障，如不开机、自动开关机。

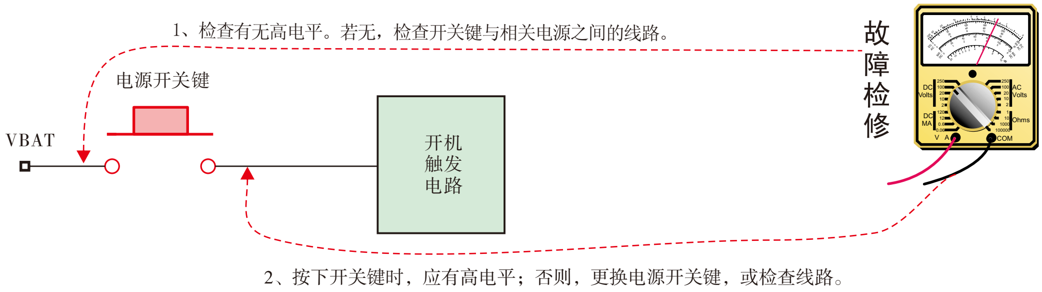
故障检修



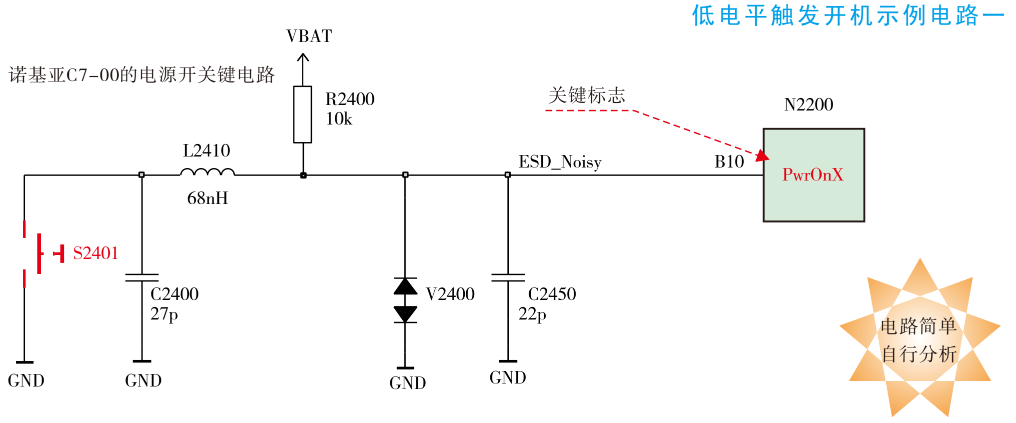
（1）检查有无高电平。若无，检查上拉电阻及其线路，或检查更换电源芯片。

（2）按下电源开关键时，信号应变为低电平；否则，检查电源开关键信号线，或更换电源开关键。



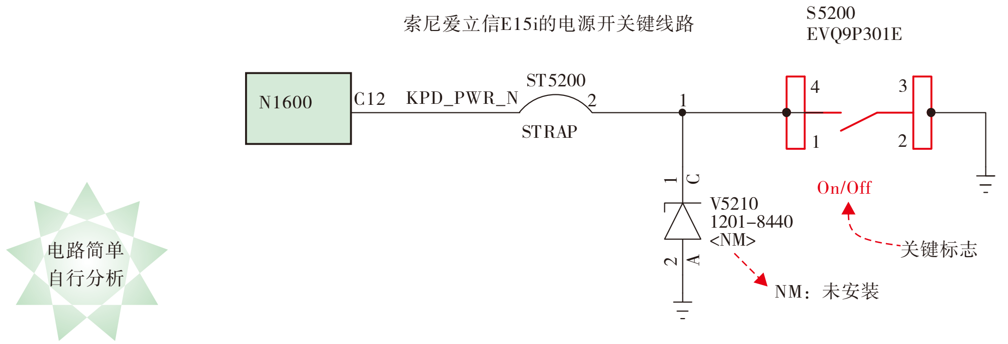


低电平触发开机示例电路一



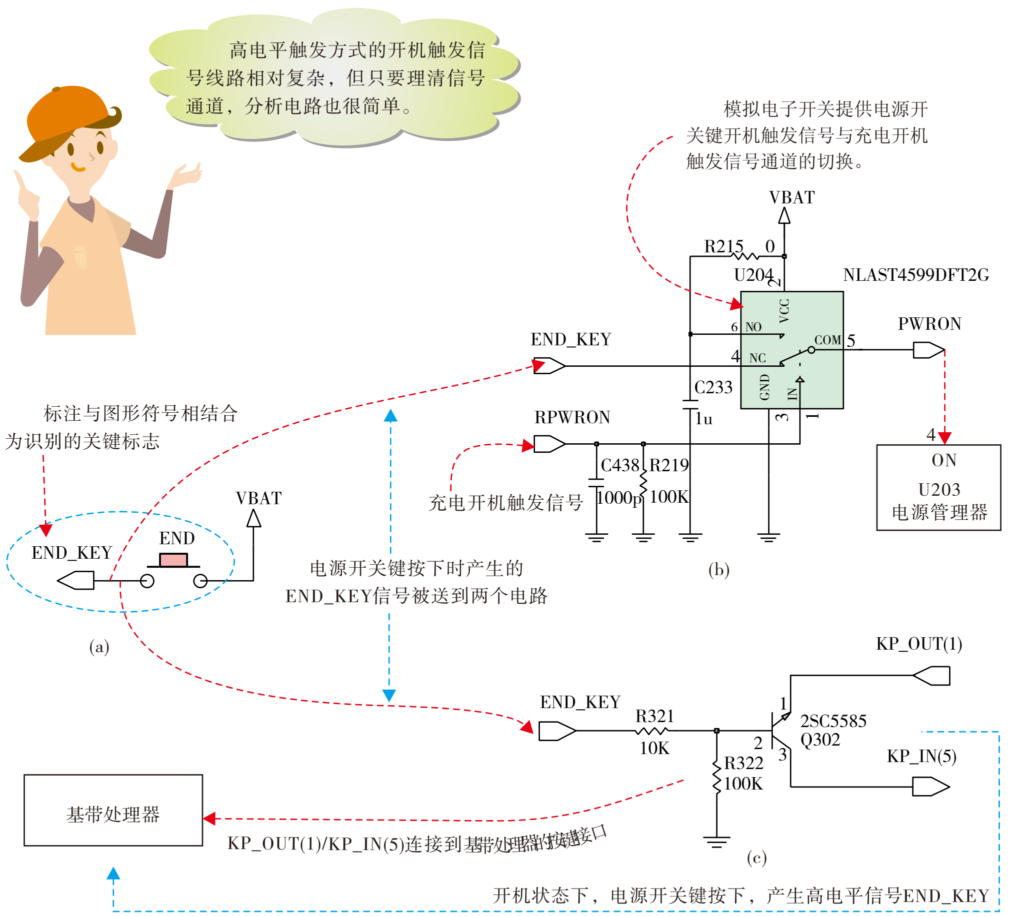
低电平触发开机示例电路二

索尼爱立信E15i的电源开关键线路

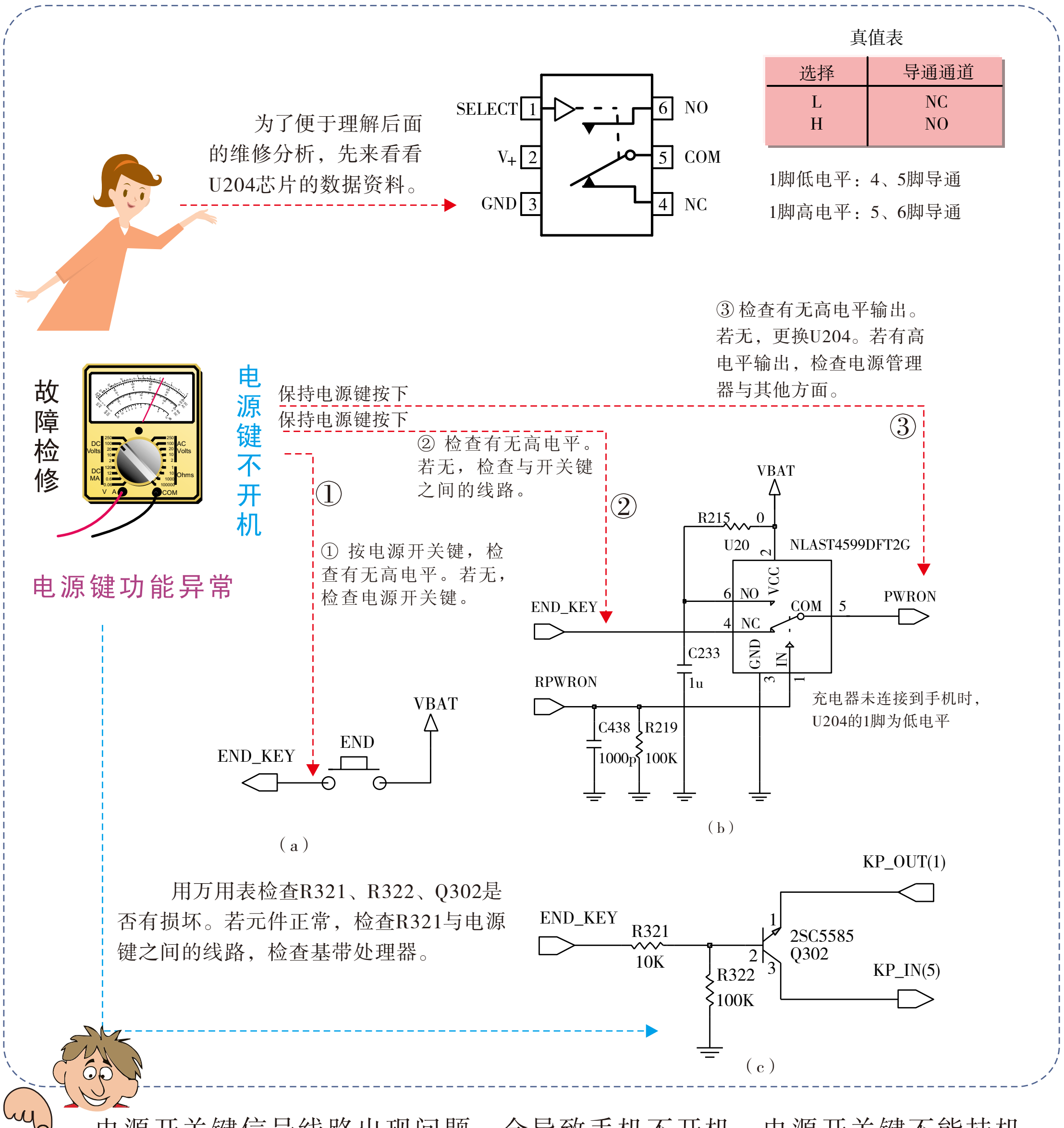


高电平触发开机示例电路

LG-KE820的开机触发信号电路
（a、b、c、d单元分布在不同的电路图页面中）



高电平的END_KEY信号使三极管Q302导通，1、3脚通道相当于短接，KP_OUT(1)/KP_IN(5)信号电平发生变化。基带系统根据手机的状态执行相应的控制程序，以使电源开关键实现挂机、退出菜单等功能操作。



电源开关键信号线路出现问题，会导致手机不开机、电源开关键不能挂机等故障。

如果手机出现不开机的故障，可通过以下方法来快速进行一些判断：

（1）连接一个充电器到故障机，看手机能否开机。若手机开机，说明目标手机没有太大的问题，应着重检查电池供电与电源开关键信号线路。

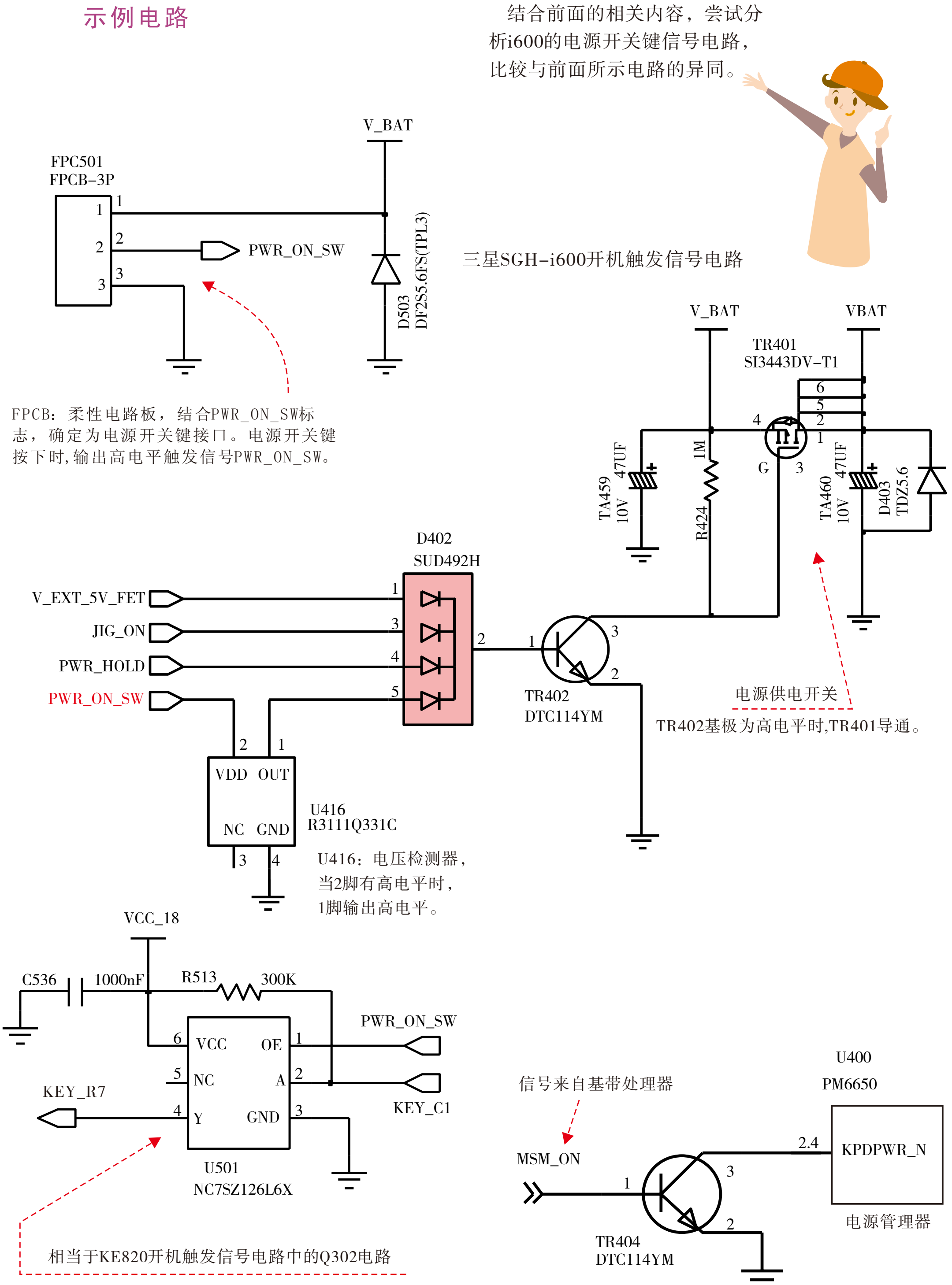
（2）若手机开机，再按电源开关键，看手机能否关机。若手机能关机，说明电源开关键信号线路没有问题，应注意检查电池供电线路。

（3）若手机开机，按电源开关键时手机不能关机，应着重检查电源开关键信号线路，检查电源管理器的焊接，或更换电源管理器。

（4）按电源开关键时，注意观察维修电源的电流表。若电源开关键被按下时，电流表有电流显示，说明电源开关键信号线路基本正常。

在一些机器中，电源开关键信号并不作用于电源管理器。

示例电路



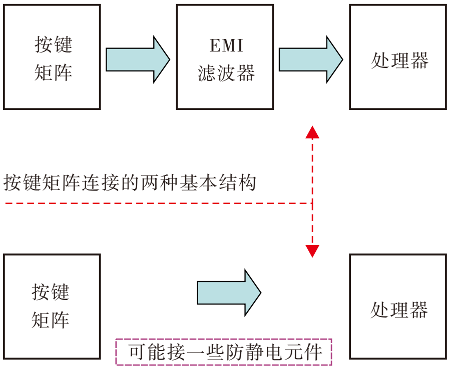
三星SGH-i600开机触发信号电路

7.1.2 数字按键

手机的数字按键与功能按键电路通常是一个阵列。

在手机中，按键阵列接在数字基带处理器（或应用处理器）的按键接口。

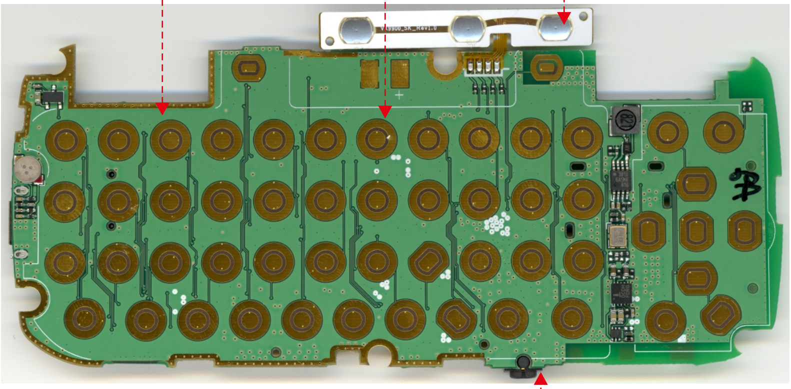
在按键电路中，通常有含字母COL、ROW或KEY的标注，也可能有其他的标注，如KP_IN、KP_OUT。



数字按键与大多数功能按键直接制作在电路板上。

按键板

按键

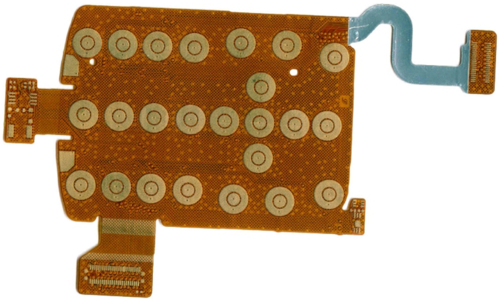


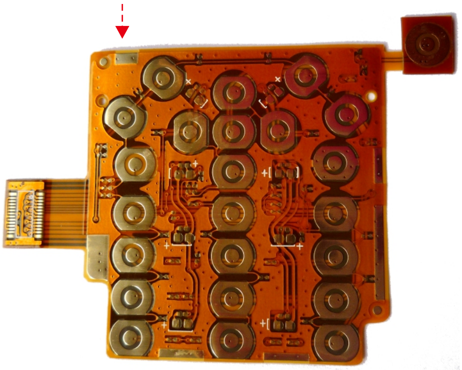
按键电路可能直接制作在电路主板上，

LG-VX9900手机主电路板上的按键阵列

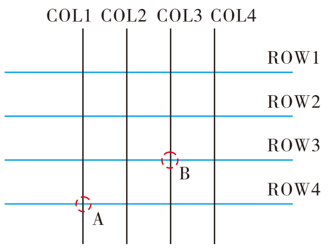
独立的手机按键电路板

也可能是一个独立的按键板。



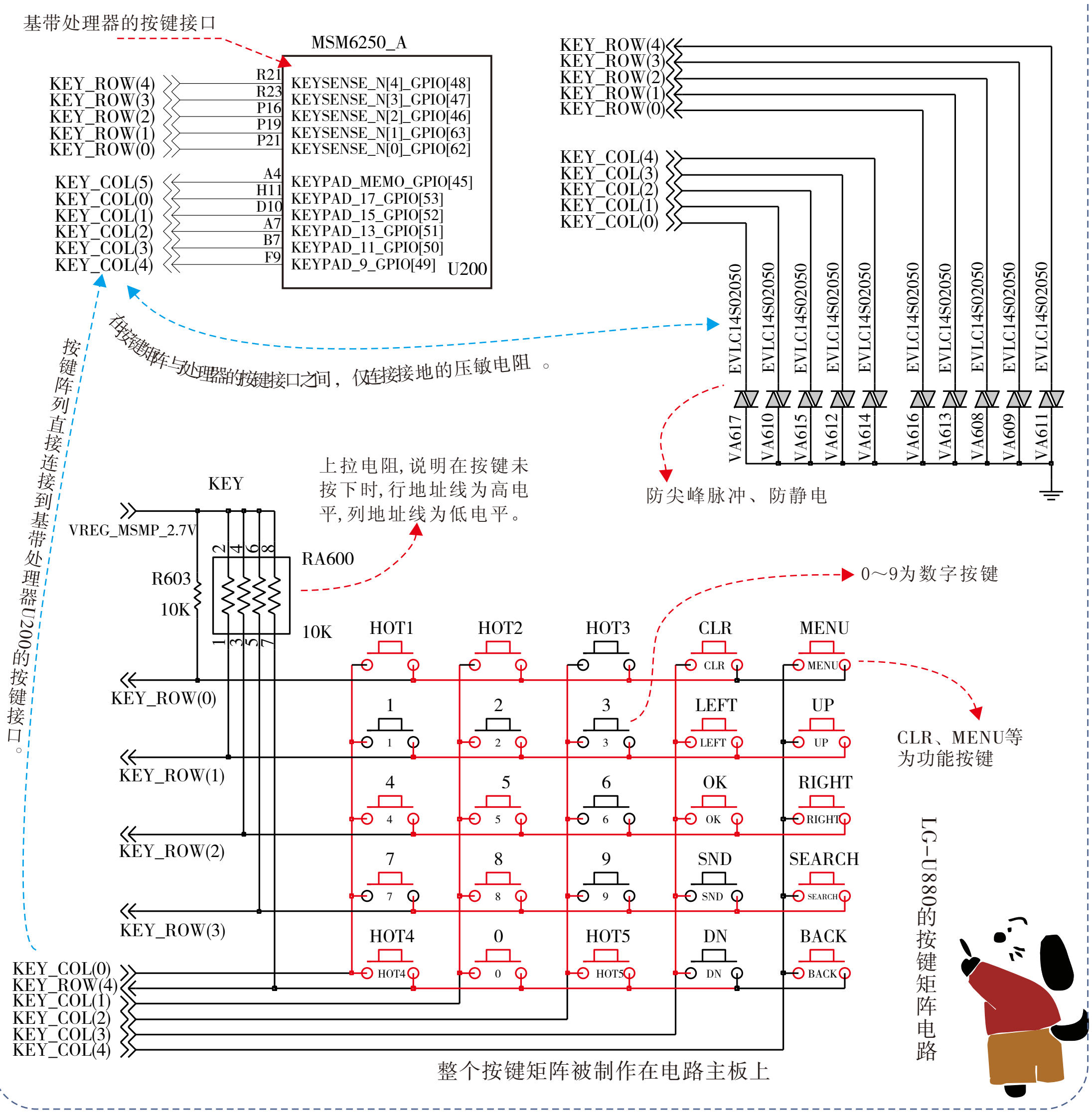


手机的按键阵列包含一组列地址线（COL）与一组行地址线（ROW）。正常情况下，它们一个为高电平，另一个为低电平。



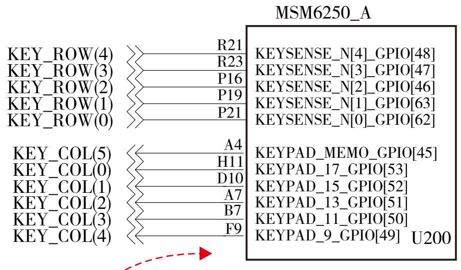
按键阵列示意图

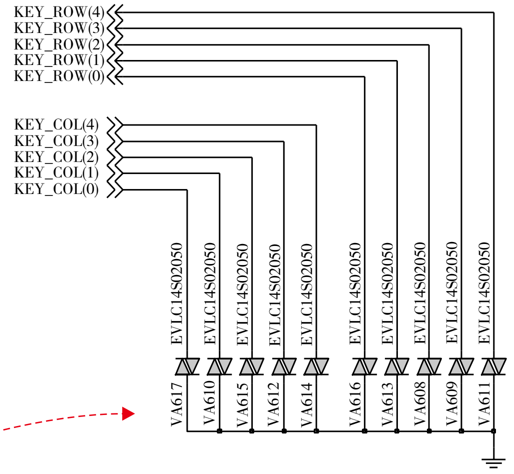
列地址线与行地址线有许多交叉点，当按键被按下时，该点所接的两条线的电平发生变化，基带电路检测到这种变化后，对照预设的程序确定是哪一个按键被按下。例如，A键被按下时，ROW4与COL1信号线的电平发生变化；而B键被按下时，ROW3与COL3信号线的电平发生变化。



整个按键矩阵被制作在电路主板上

LG-U880的按键矩阵电路





①

① 所有按键都无功能：检查基带处理器U200的焊接，或更换基带处理器。

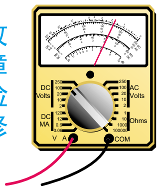
②

② 某一组按键无功能：检查这一组按键行地址线的上拉电阻，检查这一组按键行地址与列地址线上的压敏电阻是否损坏，检查这一组按键行地址与列地址线是否断路，检查处理器的焊接是否良好。若以上都正常，更换处理器。

例如1、2、3、LEFT、UP键无功能：检查R603是否损坏，检查VA616是否损坏，检查行地址KEY_ROW(0)线，检查U200的焊接，或更换U200。

再例如，HOT1、1、4、7、HOT4无功能：检查KEY_COL(0)上的VA617是否损坏，检查KEY_COL(0)线路，检查U200的焊接或更换处理器U200。

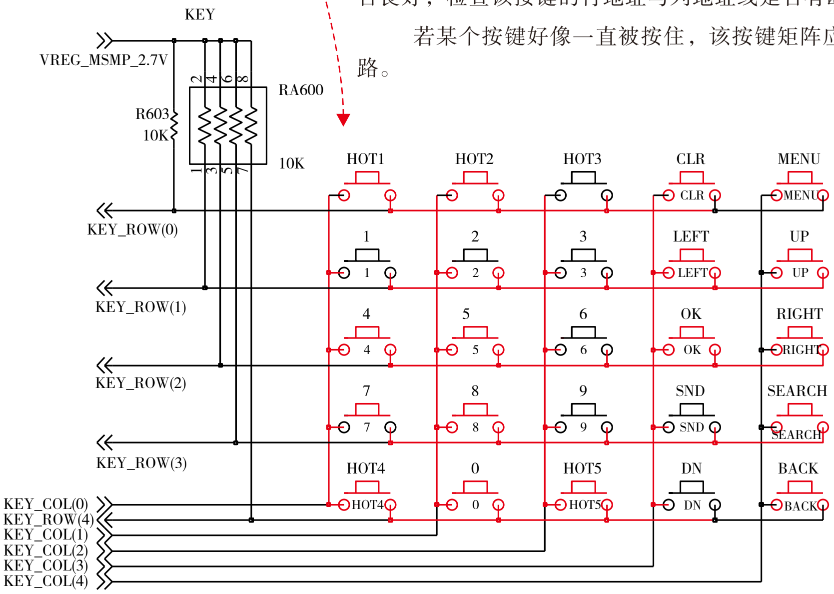
故障检修

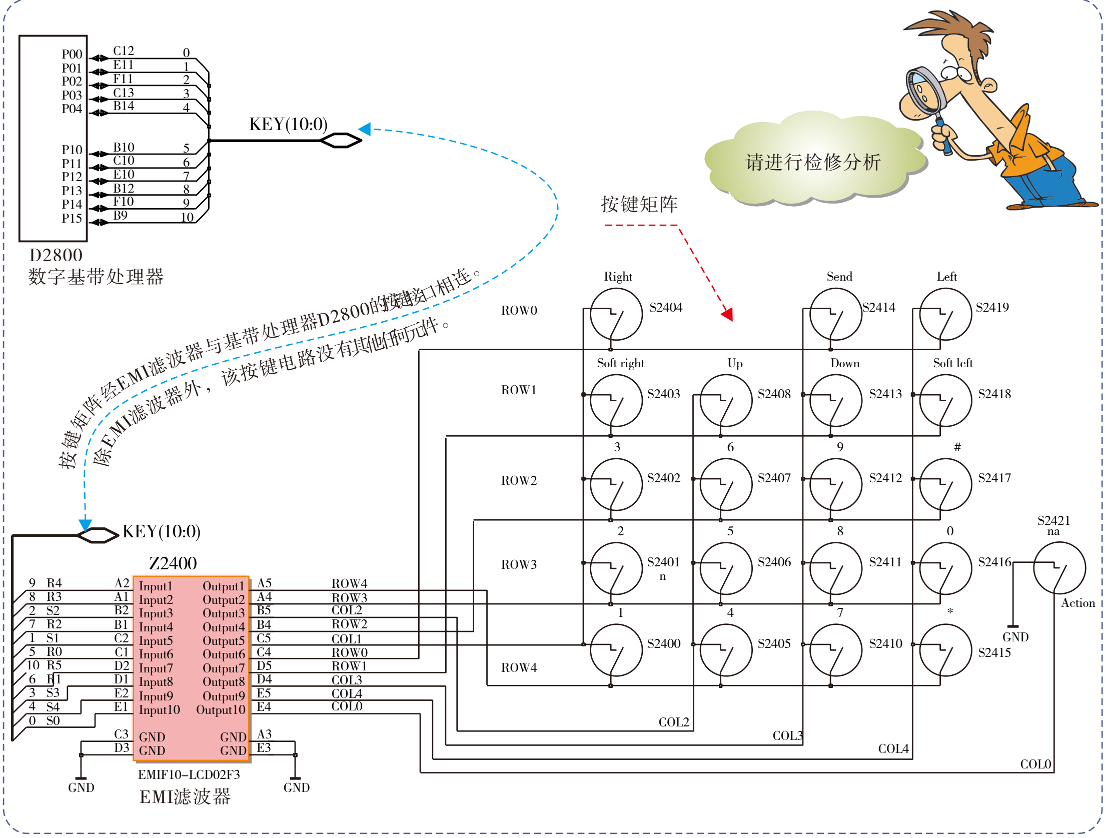


③

③某一个按键不正常：检查按键胶片上该按键的导电膜（触点）是否良好，检查该按键的行地址与列地址线是否有断线。

若某个按键好像一直被按住，该按键矩阵应有短路现象，排除短路。





手机的按键故障有多种不同的现象，如某个按键无功能、全部按键无功能、某一行按键无功能、某一列按键无功能，等等。

手机的按键故障可从以下几个方面进行检修：

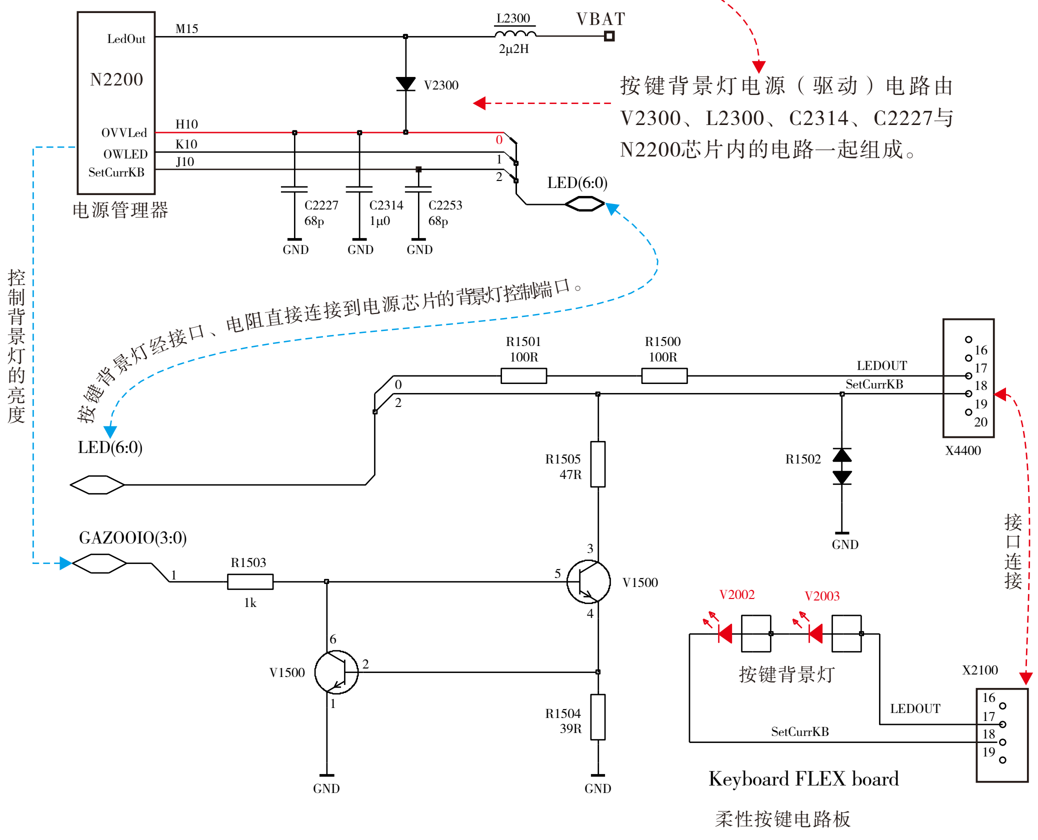
如果手机的按键矩阵被设计在一个专门的按键PCB板上，应注意检查按键PCB板与主机板之间的连接器和连接器线路是否良好，注意检查按键PCB板的按键铜箔处是否有短路现象，按键PCB板是否有污物，检查按键胶片是否有碳粉脱落，金属触片是否有氧化，检查按键矩阵线路上的器件是否有漏电、损坏。

若故障机有翻盖或滑盖等监测电路，检查这些监测电路元件是否有损坏。检查数字基带芯片的焊接是否良好。检查按键矩阵线路（特别是BGA芯片的引脚线路）是否有断线情况。

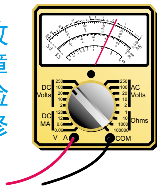
7.2 按键背景灯

按键背景灯电路有三种情况（参见灯电路部分的内容），这里介绍三个具有代表性的电路。

示例电路一：诺基亚C5-00的按键背景灯电路



故障检修



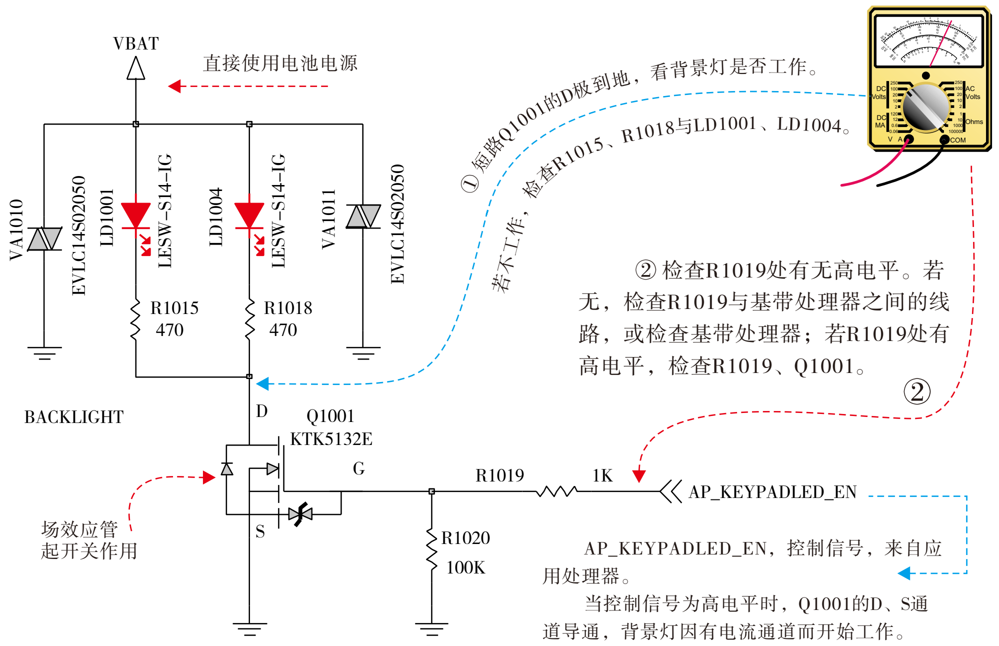
无背景灯：

检查接口X2100、X4400及其17、18脚线路是否良好，检查按键背景灯V2002、V2003是否有损坏，检查R1501、R1500、C2227、C2314、L2300、V2300是否有损坏。若以上都正常，检查更换N2200。

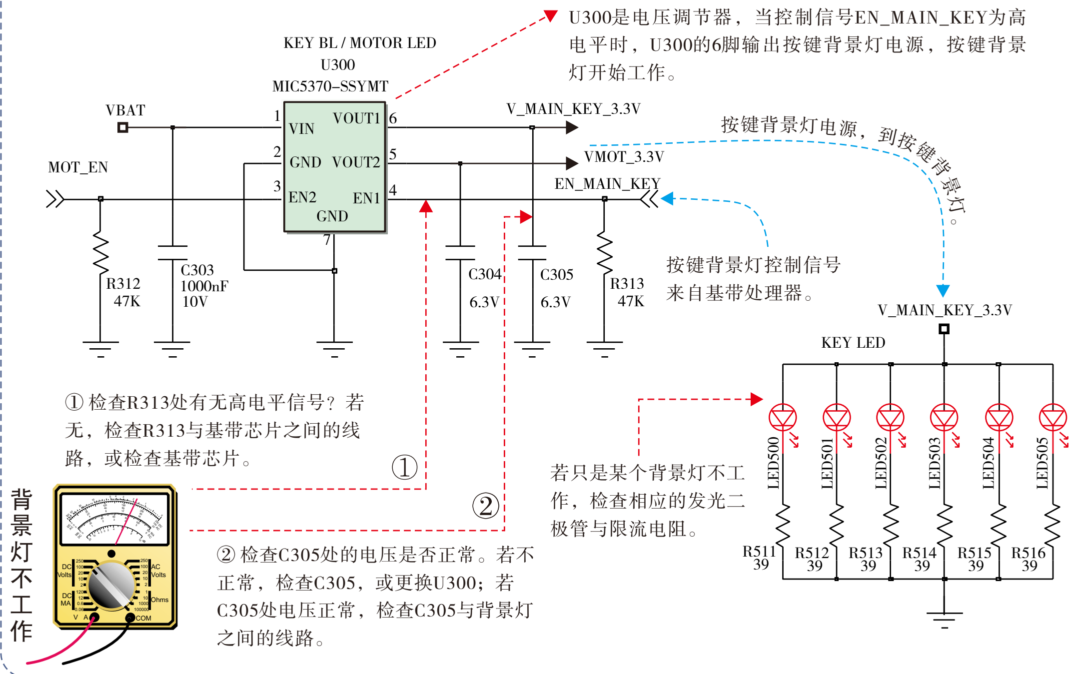
不能调节背景灯亮度：

用万用表检查R1503～R1505、V1500是否有损坏。若元件正常，更换N2200。

示例电路之二：LG GT910S的按键背景灯电路



示例电路之三：三星E2530的按键背景灯电路



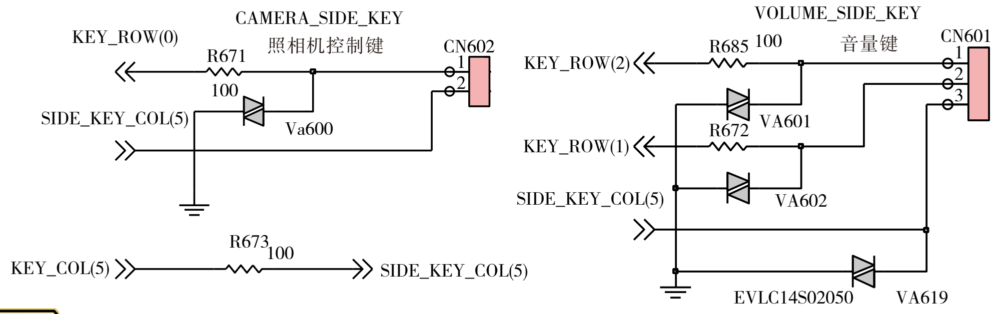
7.3 功能按键

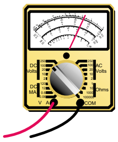
手机的功能按键电路很简单：

（1）功能按键直接连接到基带处理器或应用处理器的按键接口，但在行、列地址信号线上接有抗干扰器件，如压敏电阻。

（2）功能按键经EMI滤波器连接到基带处理器或应用处理器的按键接口。

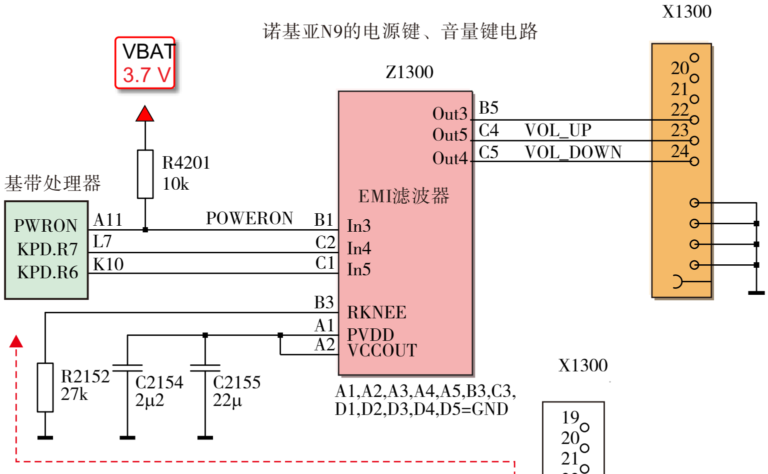
LG-U880的照相机按键与音量按键



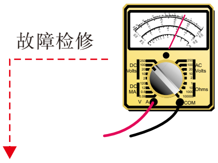


若某个按键功能不正常，检查相应按键是否良好，检查该按键线路上的电阻、压敏电阻是否有损坏。若元件正常，检查按键与基带处理器（应用处理器）之间的线路是否有断线，或检查更换基带处理器。

诺基亚N9的电源键、音量键电路

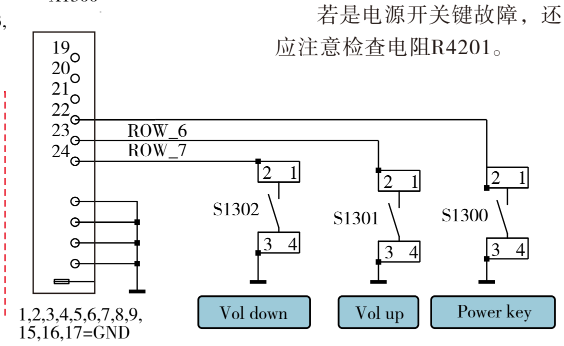


故障检修



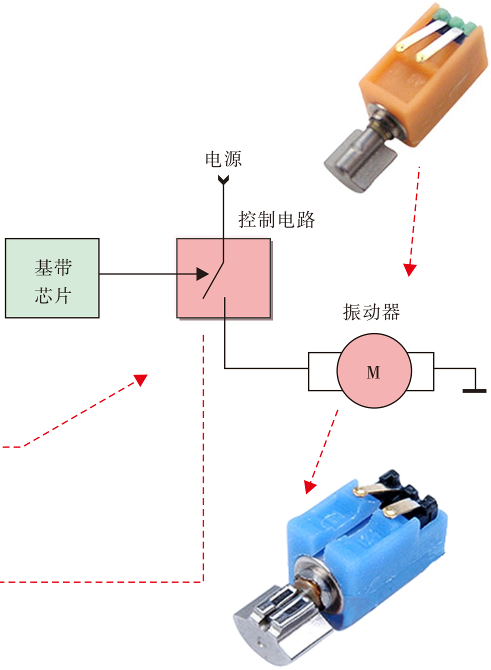
若某个按键功能不正常，检查相应的按键是否良好，检查接口及其线路是否良好，检查R2152、C2154、C2155是否有损坏。若以上都正常，更换Z1300，或检查基带处理器。

若是电源开关键故障，还应注意检查电阻R4201。



音量按键、电源开关键经连接器X1300、EMI滤波器Z1300到基带处理器的按键接口。

7.4　振动器



振动器被用来在静寂状态下提醒用户有来电或信息进入。

手机中的振动器控制电路很简单，可用右边的方框图来描述。

控制电路单元可能是一个独立的三极管或场效应管电路，也可能被集成在某个芯片内。

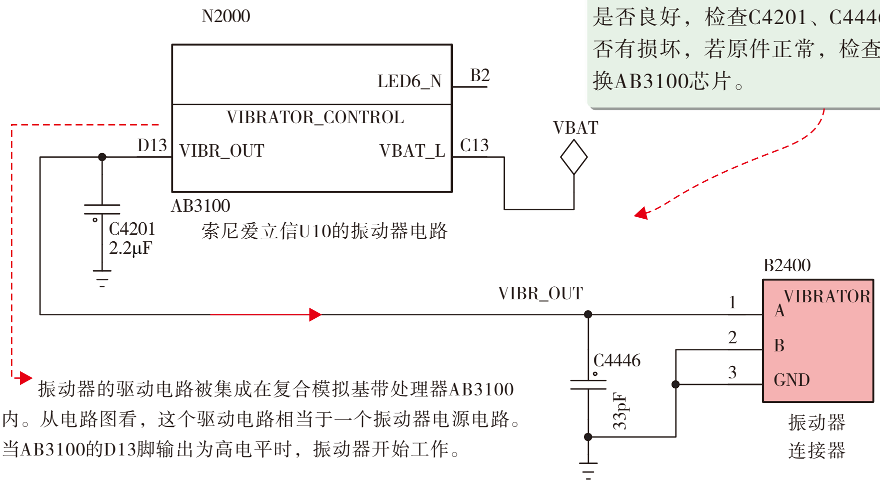
振动器故障检修很简单

振动器损坏的几率很小。对手机振动器方面的故障，主要是检查驱动电路及其线路。如果驱动电路中的元件正常，可检查更换提供控制信号的芯片。而这些检修工作基本上都可在不给故障机加电的情况下进行。

振动器电路示例一

检修操作很简单：

检查振动器连接器及其线路是否良好，检查C4201、C4446是否有损坏，若原件正常，检查更换AB3100芯片。



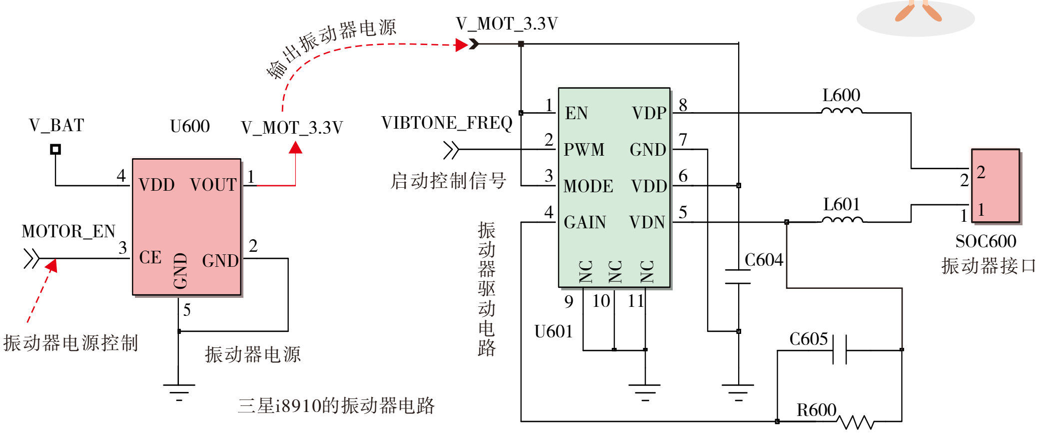
振动器的驱动电路被集成在复合模拟基带处理器AB3100内。从电路图看，这个驱动电路相当于一个振动器电源电路。当AB3100的D13脚输出为高电平时，振动器开始工作。

振动器电路示例二

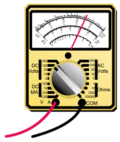
三星i8910的振动器电路包括两个部分：一个是振动器电源U600电路，另一个是振动器驱动U601电路。

基带处理器输出MOTOR_EN信号，控制U600输出3.3V的振动器电源V_MOT_3.3V，为U601电路供电。

基带处理器输出VIBTONE_FREQ信号，通过U601电路控制振动器的工作。



三星i8910的振动器电路



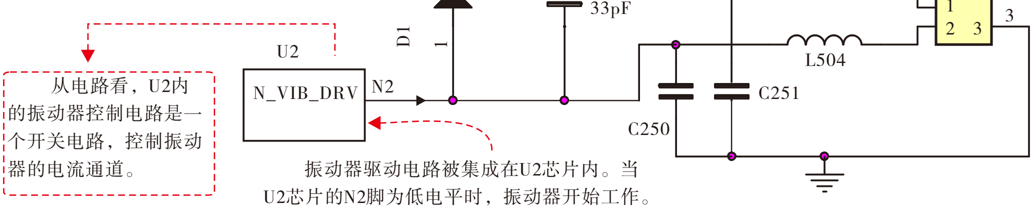
① 检查振动器接口是否良好，检查L600、L601、R600、C604等元件是否有损坏。

② 在C604处检查，看振动器电源是否正常。若不正常，检查MOTOR_EN信号是否正常。若信号正常，检查C604，或更换U600；若信号不正常，检查基带处理器。

③ 若C604处电压正常，检查VIBTONE_FREQ信号是否正常。若信号不正常，检查基带处理器；若信号正常，更换U601。

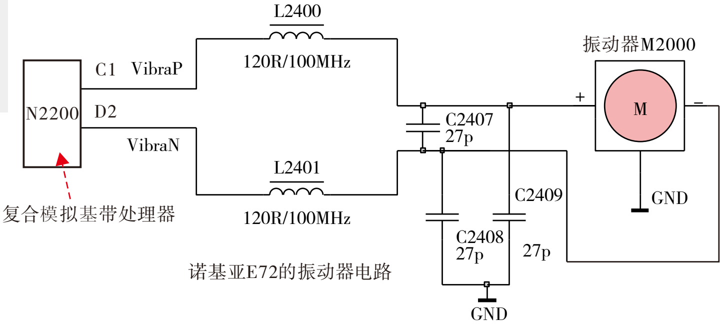
振动器电路示例三

与索尼爱立信U10的振动器电路比较一下?



振动器电路示例四

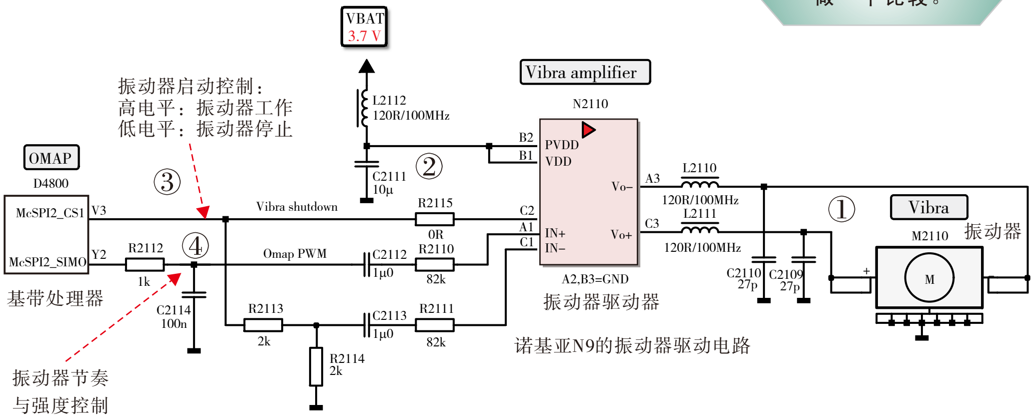
电路很简单，比较它与示例一、示例三所示电路有何不同。



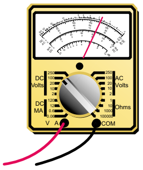
诺基亚E72的振动器电路

振动器电路示例五

与示例二所示电路做一个比较。



诺基亚N9的振动器驱动电路



① 检查振动器是否良好，检查L2111、L2110、C2110、C2109是否有损坏。

② 检查C2111处电压是否正常。若不正常，检查L2112。

③ 检查R2113处是否有高电平控制信号。若无，检查基带处理器D4800。

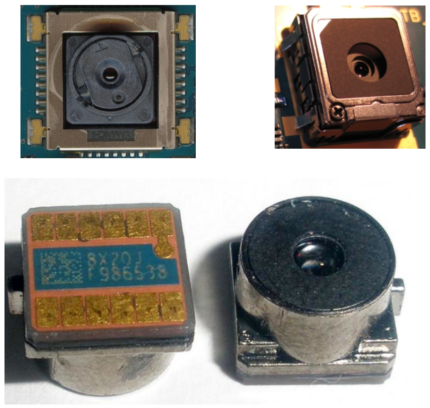
④ 检查C2114处的信号是否正常。若不正常，检查R2112、C2114是否有损坏。若原件正常，检查基带处理器D4800。

⑤ 若以上都正常，检查R2115、C2112、R2110、R2111、C2113等元件是否有损坏。若元件正常，更换N2110。

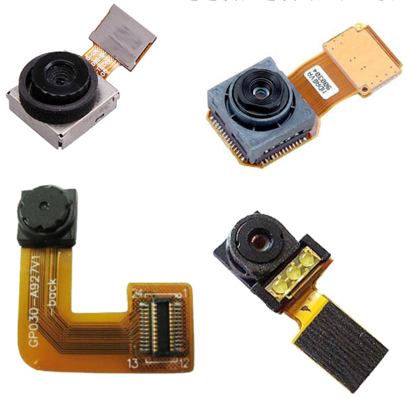
7.5 照相机模组电路

在照相机电路中，通常有含字母CAM的标注，如CAMERA、CAMDAT、CAM_27_EN、CAMCLK、CAM_1V8、CCP等。

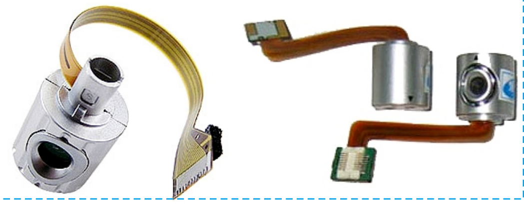
安装在照相机模组座上的照相机模组



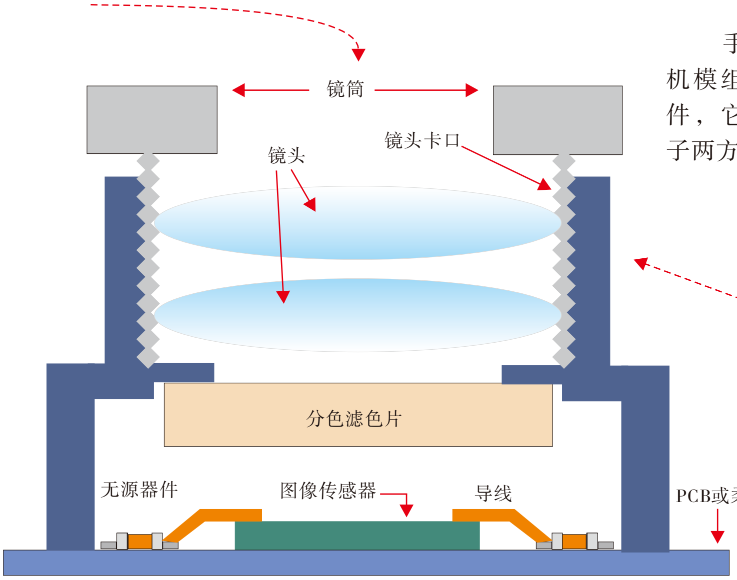
通过连接器连接的照相机模组



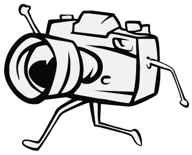
翻盖旋转轴上的照相机模组

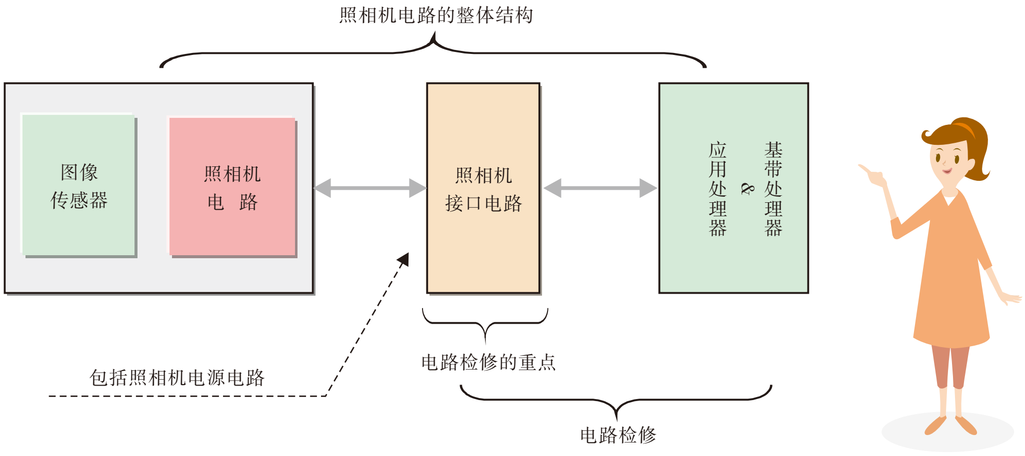


一个手机照相机模组的结构图

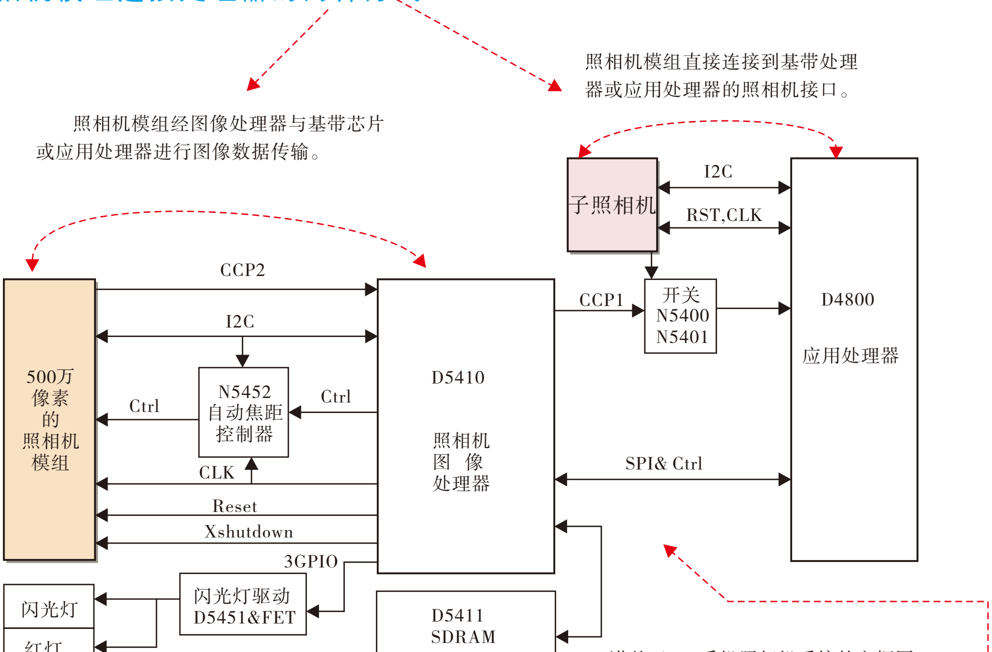


手机内置的照相机模组是一个集成组件，它包括机械与电子两方面的部件。





照相机模组连接处理器的两种方式

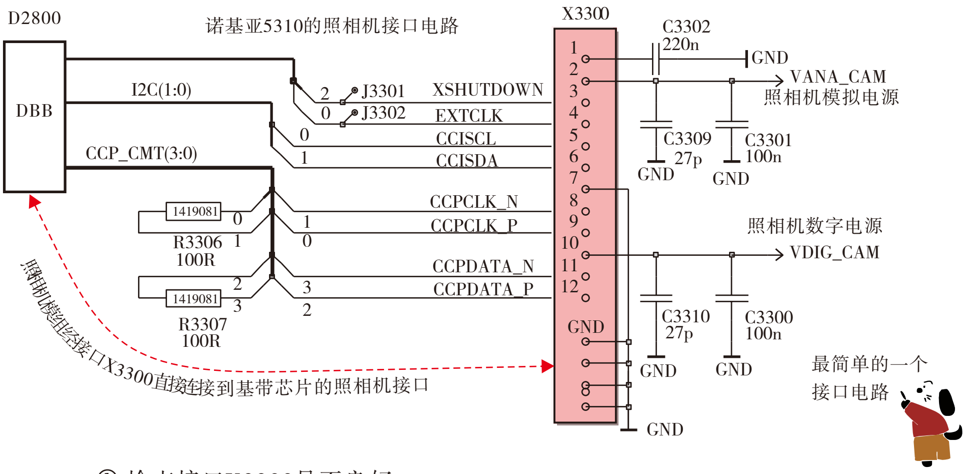


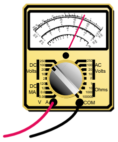
诺基亚N95手机照相机系统的方框图

在手机电路图中看到的通常是照相机模组连接器的信号线路，或者是照相机模组的接口电路、图像处理器电路。手机的照相机模组可能经图像处理器与基带芯片进行图像数据传输，照相机模组也可能直接使用基带芯片的照相机接口。

在图中可以看到，500万像素主照相机的图像数据首先由图像处理器D5410处理，应用处理器D4800通过D5410来控制主照相机。手机的子照相机（手机面板上的照相机）则直接使用应用处理器的照相机接口。

照相机接口电路示例一





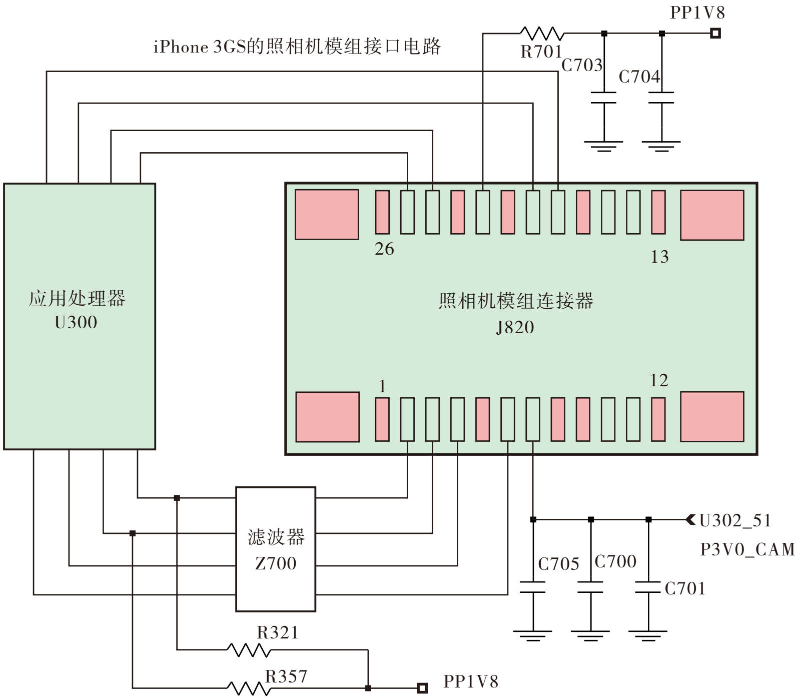
① 检查接口X3300是否良好。

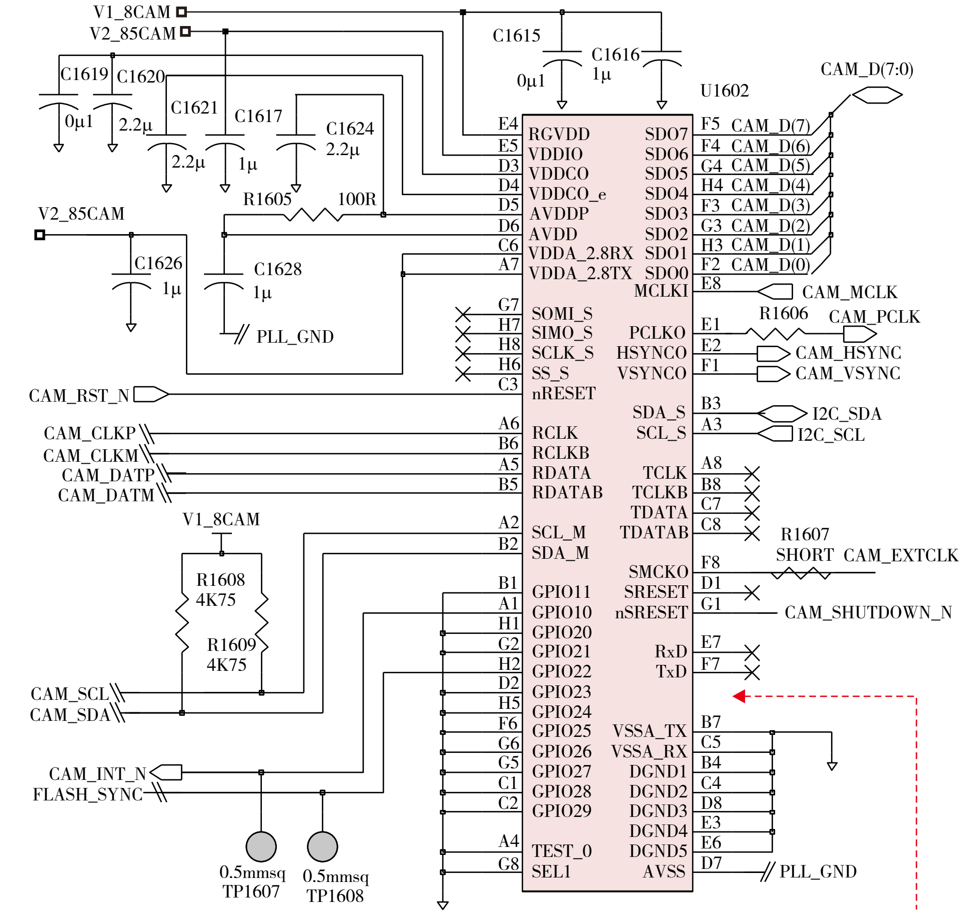
② 检查C3301、C3300处的电压是否正常。若某个电压不正常，检查相关的电源电路。

③ 检查R3307、R3306是否有损坏。若元件正常，更换照相机模组，或检查数字基带处理器（DBB）。

照相机接口电路示例二

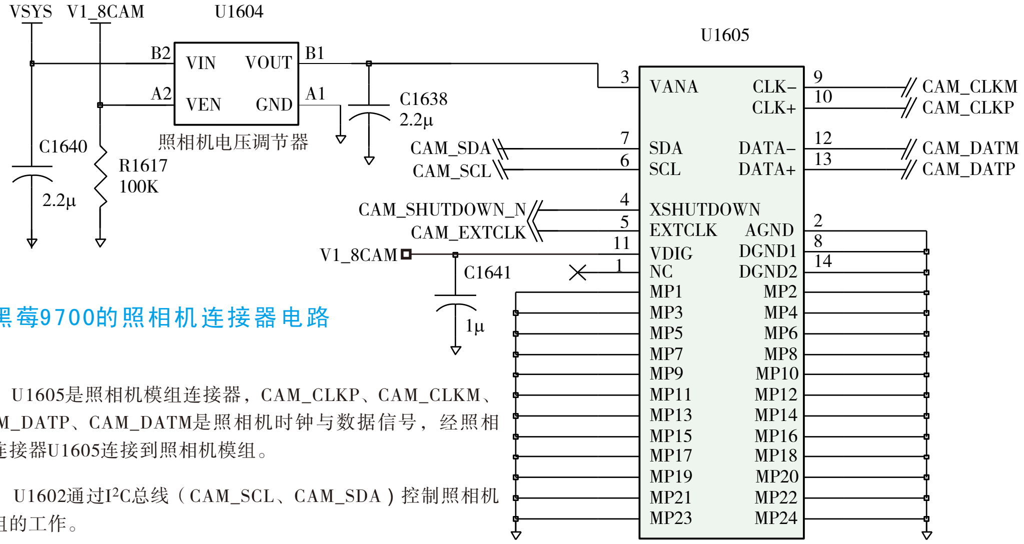
在 iPhone 3GS手机中，应用处理器集成了照相机接口电路。照相机模组经接口 J820和 EMI滤波器Z700直接连接到应用处理器U300的照相机接口。电源管理器输出1.8V与3V的电源给照相机电路供电。





黑莓9700的照相机图像处理器电路

U1602是照相机图像处理器。电源管理器输出V2_85CAM与V1_8CAM电源给U1602电路供电。其中的CAM_PCLK是照相机像素时钟信号，CAM_MCLK是照相机主时钟信号，CAM_VSYNC是垂直同步信号，CAM_HSYNC是水平同步信号，CAM_D(7:0)是照相机数据总线，CAM_RST_N是照相机复位信号，CAM_INT_N是照相机模组电路输出的中断信号。以上信号被用来连接基带处理器与照相机图像处理器U1602。基带处理器还通过I²C总线来控制U1602电路的工作。

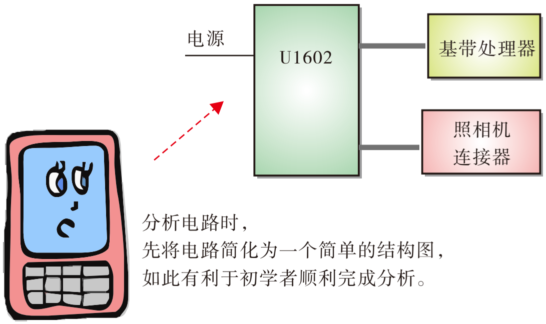


黑莓9700的照相机连接器电路

U1605是照相机模组连接器，CAM_CLKP、CAM_CLKM、CAM_DATP、CAM_DATM是照相机时钟与数据信号，经照相机连接器U1605连接到照相机模组。

U1602通过I²C总线（CAM_SCL、CAM_SDA）控制照相机模组的工作。

检修9700照相机电路



检修思路（结合前面的黑盒子分析法）：

连接器→照相机电源→信号线上的元件→芯片的焊接→信号线有无断路→更换图像处理器或基带处理器（或应用处理器）

检修操作：

①检查照相机模组连接器U1605是否良好。

②检查C1616处的电压是否正常。若不正常，检查V1_8CAM电源线路上的电容是否有损坏。若元件正常，检查相关的电源电路。

③检查C1617处的电压是否正常。若不正常，检查V2_85CAM电源线路上的电容是否有损坏。若元件正常，检查相关的电源电路。

④检查C1638处的电压是否正常。若不正常，检查C1638是否损坏；若元件正常，更换U1604。

⑤检查R1608、R1609、R1605、C1628、C1619、C1620、C1621、C1624等元件是否有损坏。若元件正常，检查更换照相机模组、U1602，或检查基带处理器。

从硬件上讲，手机中的照相机电路分为两大部分，一个是照相机电路，一个是照相机接口电路。

照相机电路通常与图像传感器制作在一起，为一个照相机模组。照相机模组通过照相机接口电路连接到手机的基带系统。

手机使用的照相机模组各不相同，维修人员在处理手机照相方面的故障时，所要关注的主要是手机的照相机接口电路，而不是照相机模组内的电路。

检修照相机电路故障通常是在手机能开机的前提条件下进行的。手机的照相机电路故障多种多样，但其故障检修基本上可总结如下：

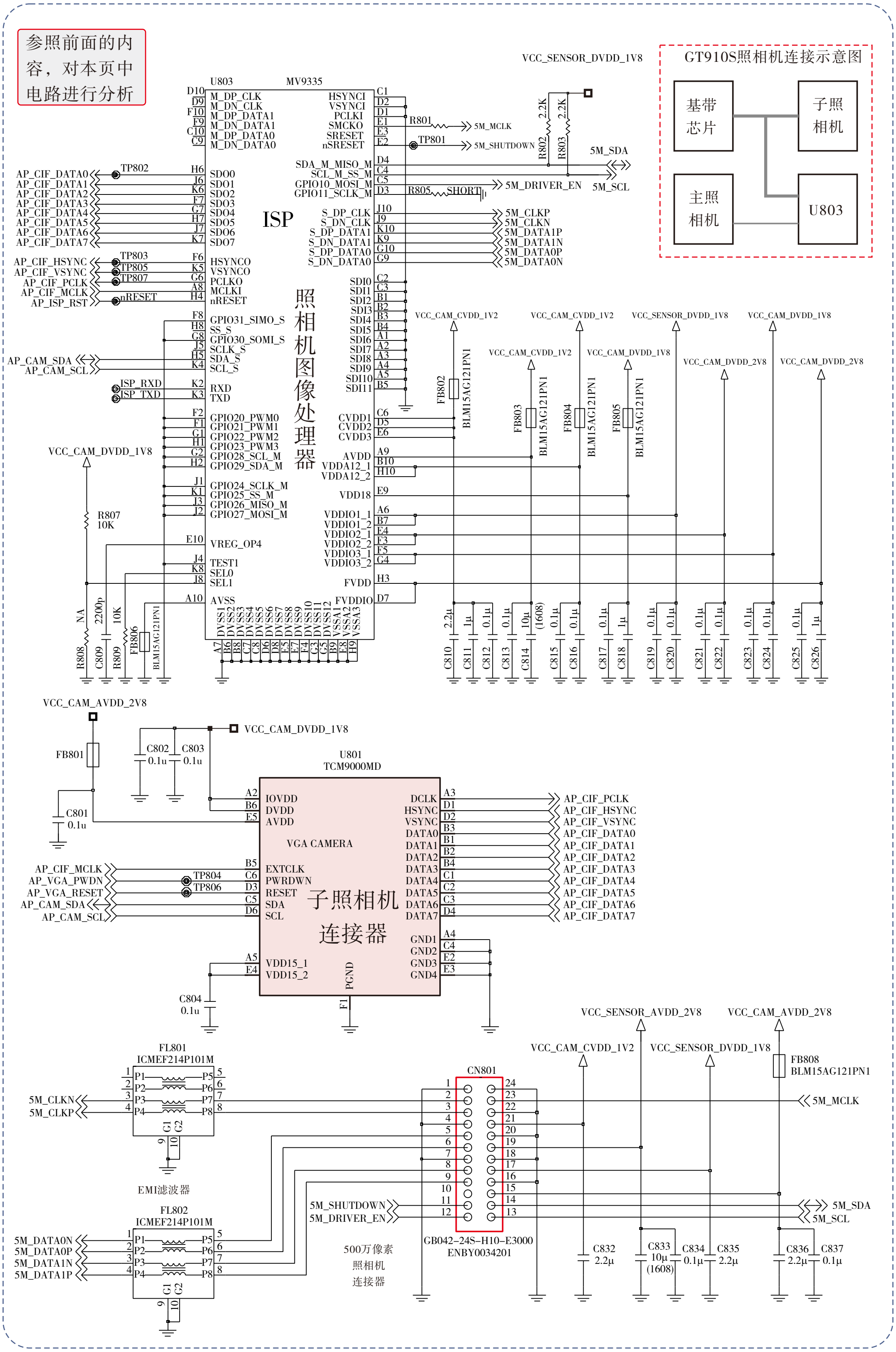
①检查照相机模组的连接器是否良好。

②检查照相机模组是否良好，有条件的可先更换一照相机模组予以代换。

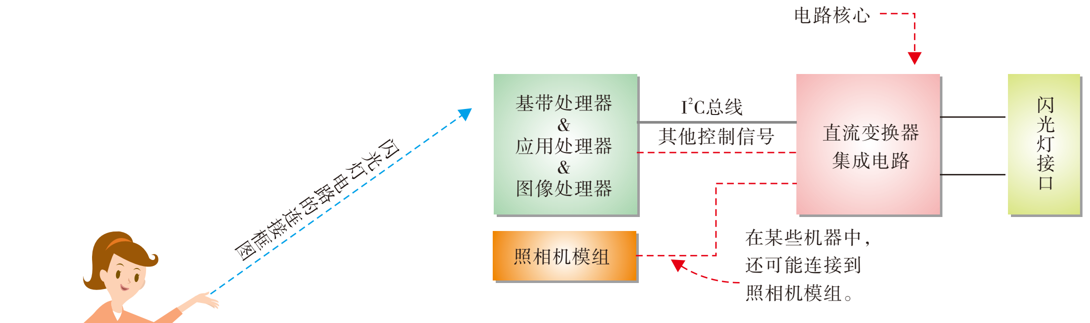
③照相机模组直接连接到基带处理器的，主要检查接口线路上的电阻、电容、电感和滤波器是否有损坏，检查基带芯片的焊接是否良好。若以上方面未发现问题，可更换基带芯片，或做软件处理。

④若照相机模组与基带处理器之间有图像处理器，应检查照相机模组与图像处理器之间的接口，接口线路上的电阻、电容、电感和滤波器等。

参照前面的内容，对本页中电路进行分析

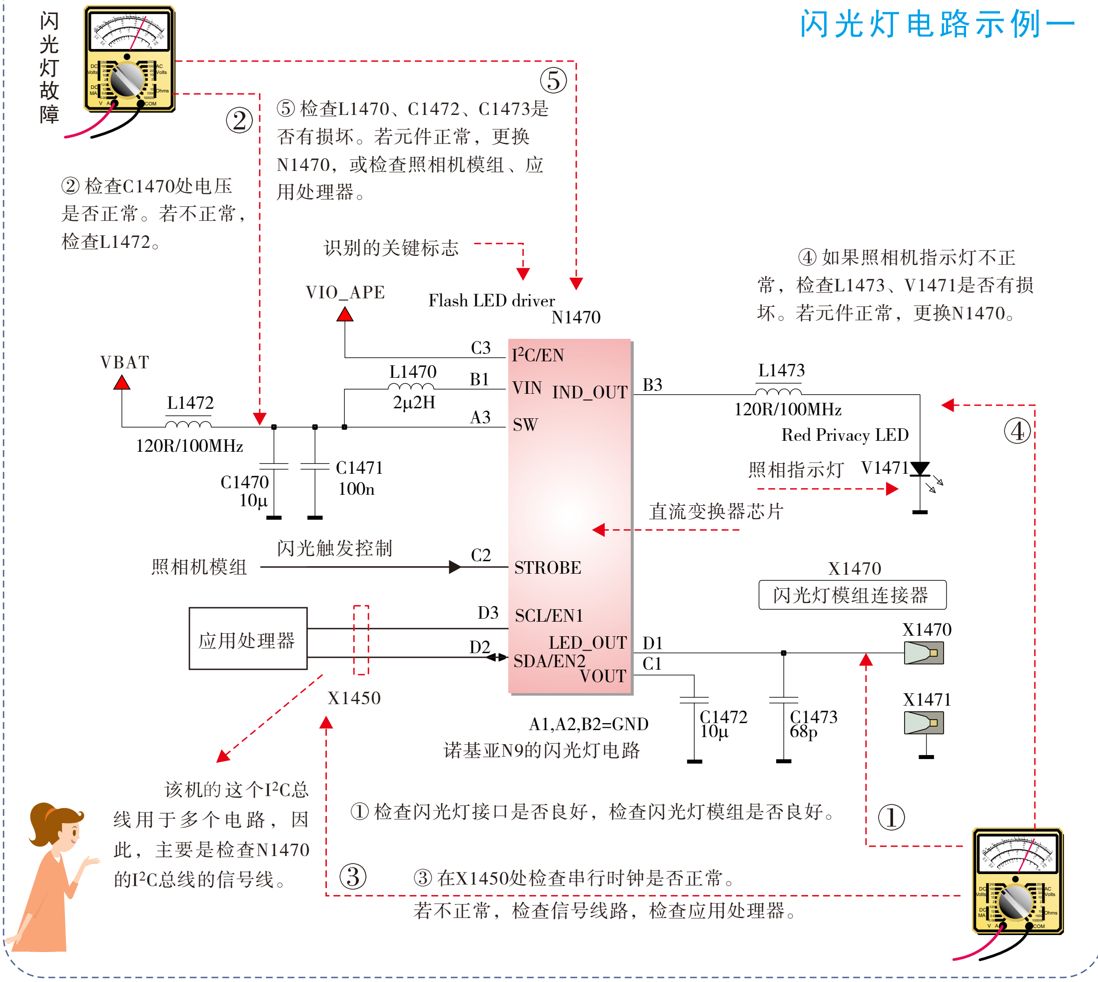


7.6　照相机闪光灯



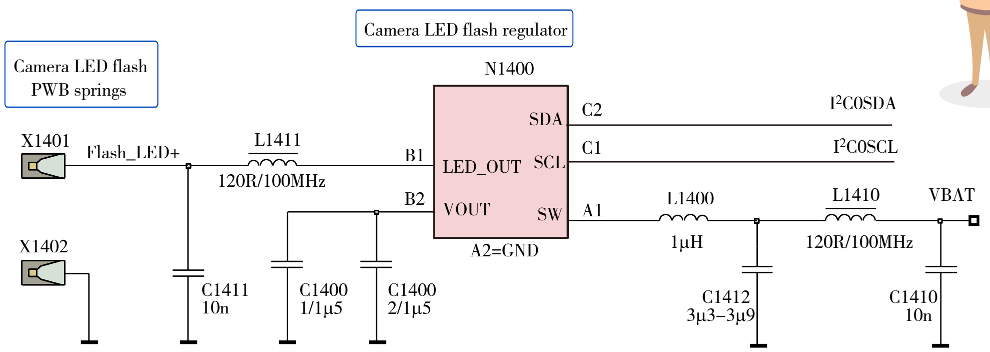
从本质上看，闪光灯驱动电路基本上都是一个直流—直流变换电路（升压电路），由直流变换芯片与相关的外围元件一起组成（参见灯电路部分相关内容）。

闪光灯电路示例一



闪光灯电路示例二

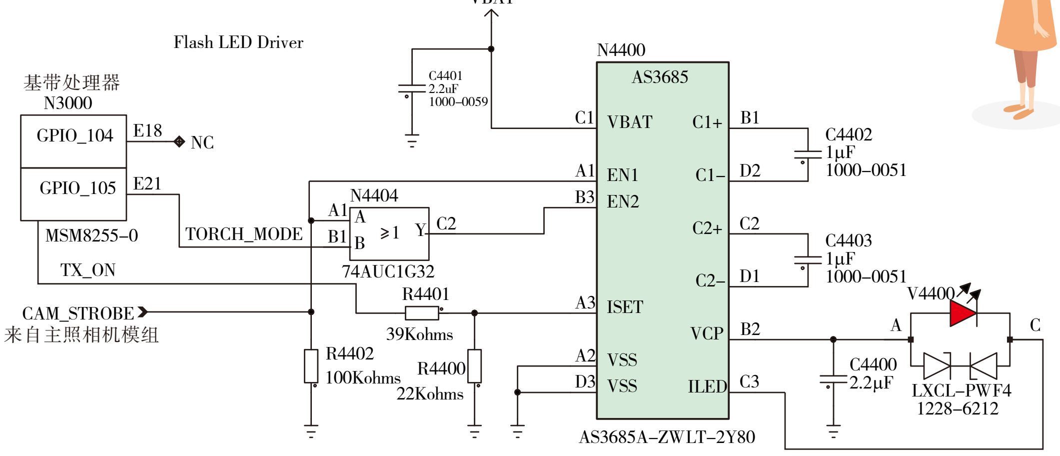
这个电路与示例一的电路很相似，能做一个电路与维修分析吗？



诺基亚C3–01的闪光灯电路

闪光灯电路示例三

这个电路与示例一的电路很相似，能做一个电路与维修分析吗？



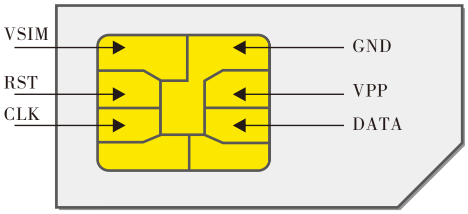
索尼爱立信R800闪光灯电路

7.7 SIM卡接口电路

手机的SIM卡、USIM卡是用户识别模块，也称为智能卡、用户身份识别卡。GSM、WCDMA、TD-SCDMA等数字手机必须装上此卡才能使用。

一部数字手机开机后，手机电路首先要做的就是与SIM卡进行通信，以获取相关的一些用户与服务信息，否则手机不能进入服务状态。

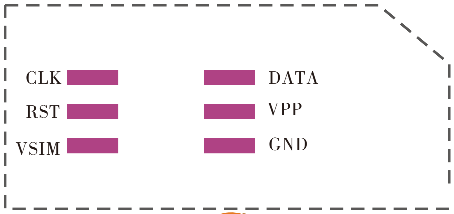
SIM卡有多个信号端口：
VSIM是SIM卡电源信号端口
RST是SIM卡复位信号端口
CLK是SIM卡时钟信号端口
DATA是SIM卡数据信号端口
VPP是SIM卡编程电源信号端口
GND是接地端



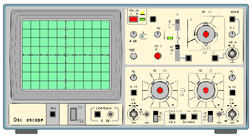
SIM卡卡座实物图

SIM卡被安装在SIM卡卡座（SIM卡连接器）上。SIM卡经SIM卡连接器与基带系统通信。

SIM卡连接器的脚位功能示意图



SIM卡卡座引脚是很好的信号测试点



示波器是检修SIM卡接口电路的最佳仪器

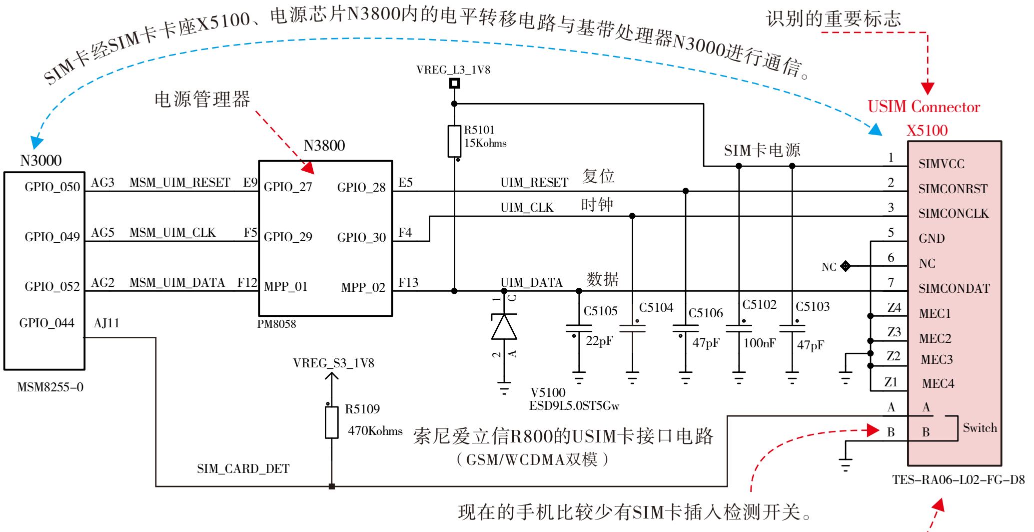
在手机电路图中见到的SIM卡电路其实是SIM卡的接口电路。

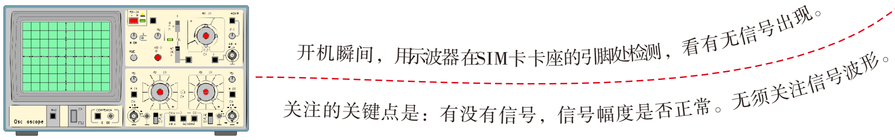
SIM卡接口电路多种多样，但不论电路怎样变化，它只有基本的几个信号端口：SIM卡时钟信号端口、SIM卡数据信号端口、SIM卡电源信号端口、SIM卡复位信号端口与SIM卡的接地端。

SIM卡可能直接连接到基带芯片的SIM卡接口，也可能通过电源管理单元内的SIM卡电平转移电路连接到基带芯片的SIM卡接口。

在电路中通常有含字母SIM、UIM、USIM的标注，如SIMDATA、UIMRST与UIMCLK等。

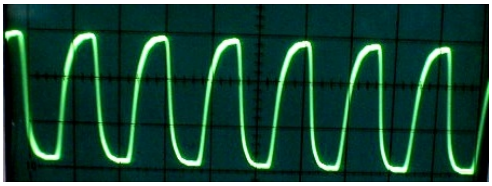
SIM卡接口电路示例一

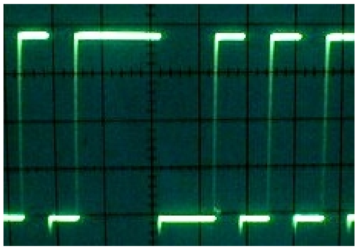




在用示波器检测SIM卡线路信号时，可先将示波器的探头放在SIM卡卡座的弹簧片处，然后开机。反复几次，分别测试几个端口。

示波器检测到的SIM卡时钟与数据信号
（波形仅供参考，不作为标准）

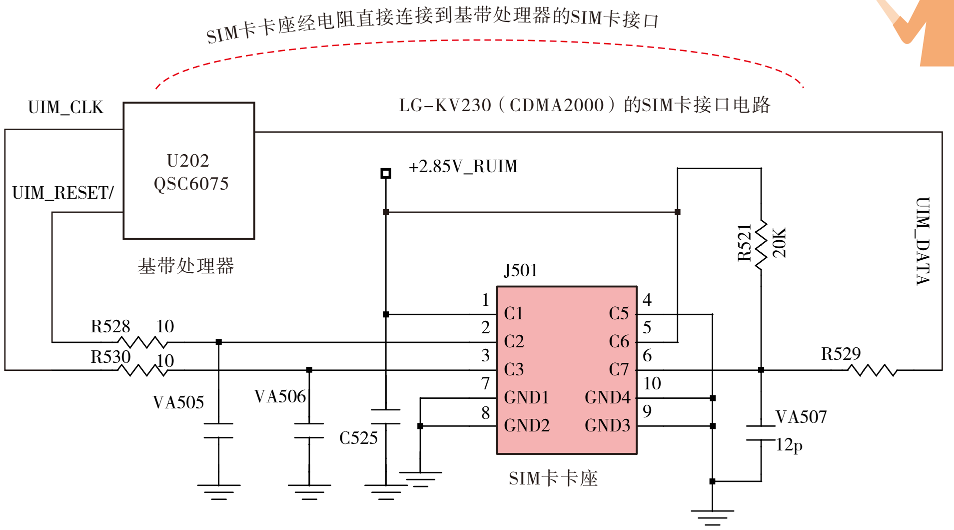


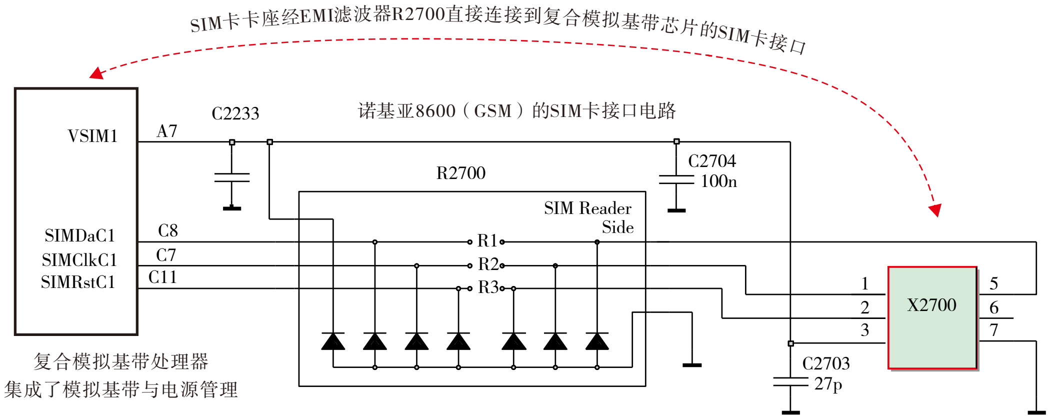


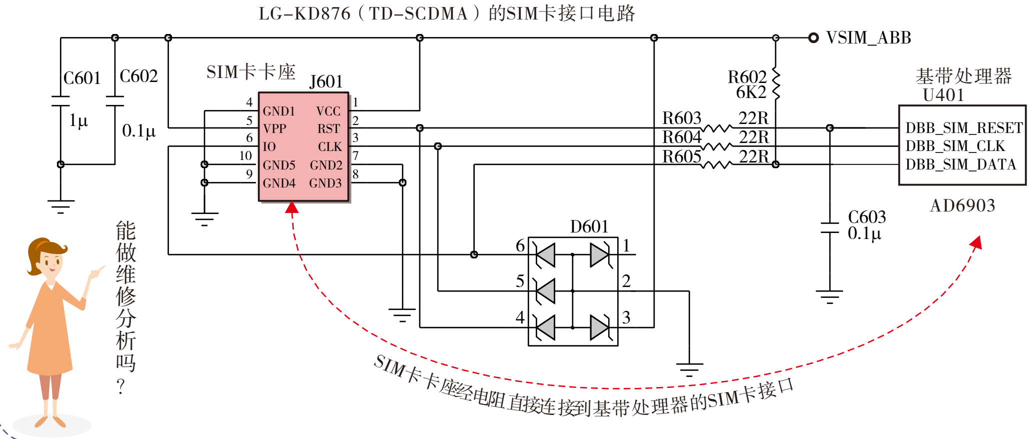
常见的故障有“插入SIM卡”、“检查卡”、“卡被拒绝”。SIM卡故障通常由SIM卡卡座信号线路元件、SIM卡卡座引起。

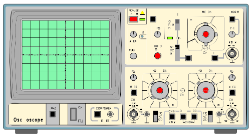
检查没有信号或幅度不正常的信号线路上的元件是否有损坏，检查该信号端口与相关芯片之间的线路是否有断线情况，检查相关的芯片是否焊接不良。若以上正常，检查更换相关的芯片。

几个不同制式手机的SIM卡接口电路

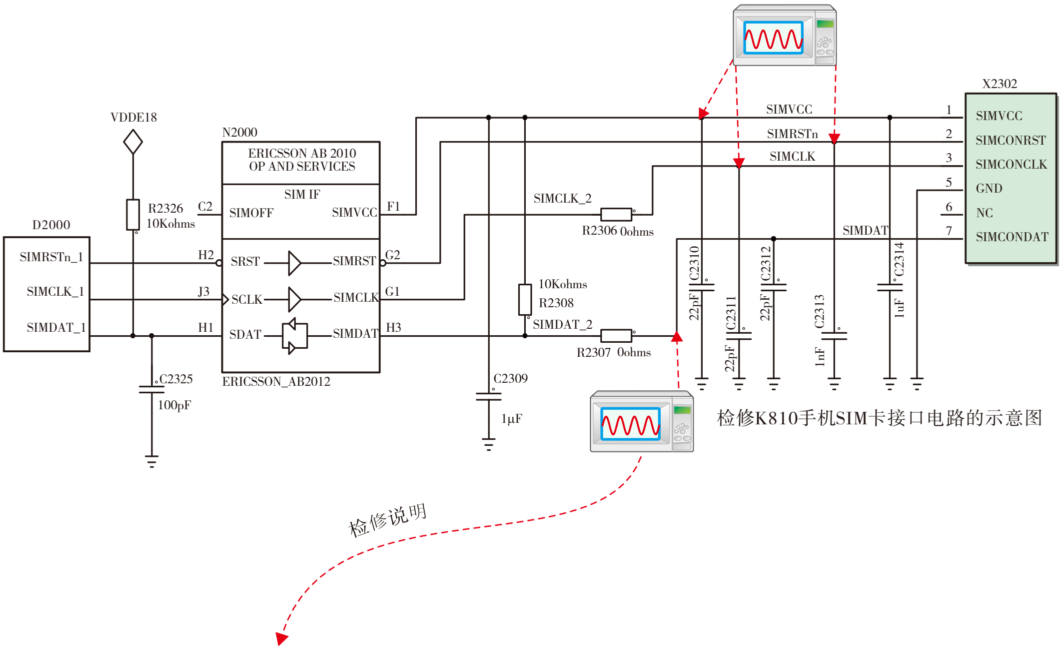








SIM卡电路检修示例



检修K810手机SIM卡接口电路的示意图

D2000是数字基带处理器，N2000芯片集成了电源管理与模拟基带电路，X2302是SIM卡连接器。

（1）用示波器在电容C2310处检查，看SIM卡电源是否正常。若不正常，检查C2310、C2314、C2309是否有损坏。若元件正常，检查N2000芯片。

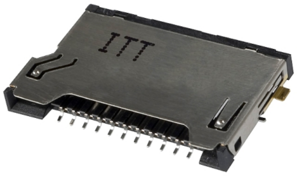
（2）用示波器在电阻R2307处检查，看SIM卡数据是否正常。若不正常，用示波器在电容C2325处检查，看SIM卡数据是否正常。若C2325处信号不正常，检查C2325、R2326是否有损坏。若元件正常，检查更换D2000。若C2325处信号正常，检查R2307、R2308、C2312是否有损坏。若元件正常更换N2000。

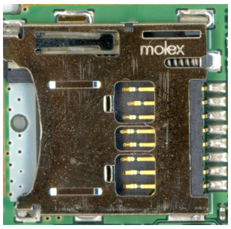
（3）用示波器在C2311处检查，看SIM卡时钟信号是否正常。若C2311处信号不正常，检查R2306、C2311是否有损坏。若元件正常，检查N2000、D2000。

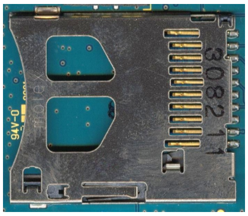
（4）用示波器在电容C2313处检查，看SIM卡复位信号是否正常。若信号不正常，检查C2313是否损坏。若元件正常，检查N2000、D2000。

7.8 存储卡接口电路

存储卡卡座实物图





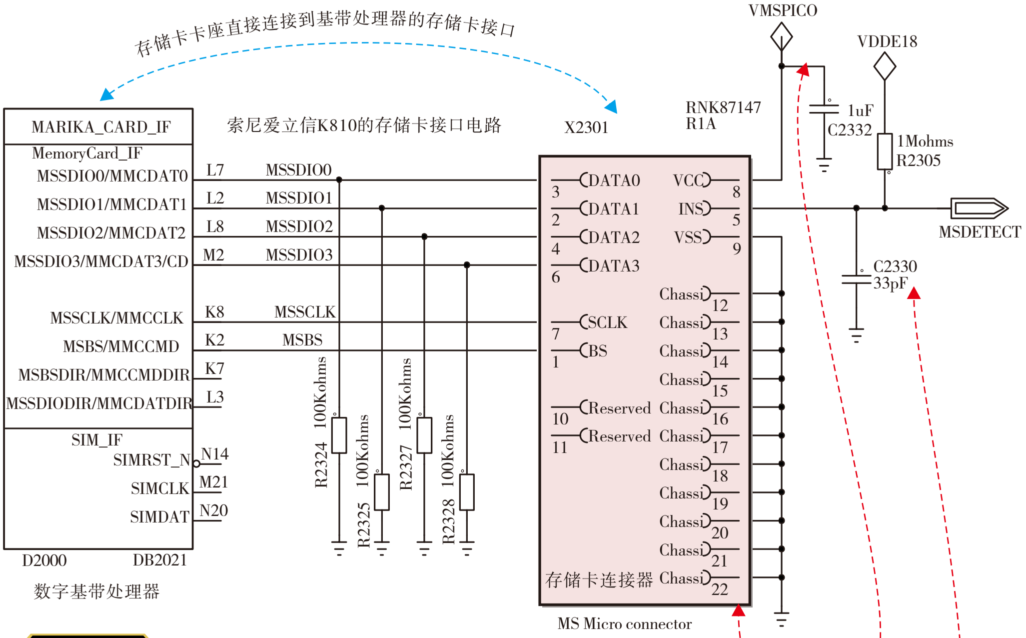


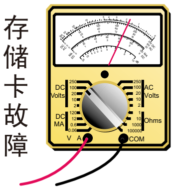
手机中的存储卡接口电路不外乎两种情况：

（1）基带芯片（数字基带）提供存储卡接口，外部存储卡直接连接到基带芯片的存储卡接口。

（2）基带芯片（数字基带）提供存储卡接口，但是，外部存储卡经一个接口芯片电路连接到基带芯片的存储卡接口（这一类接口电路常见于早期的多媒体手机）。

存储卡接口电路示例一



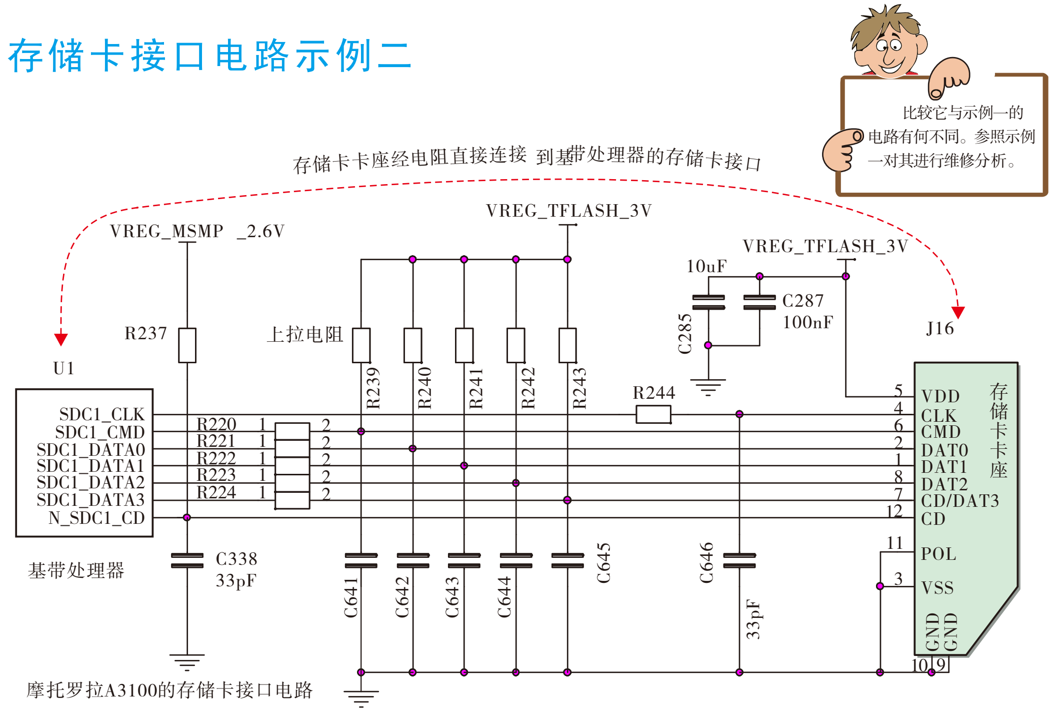


① 检查存储卡连接器是否良好。

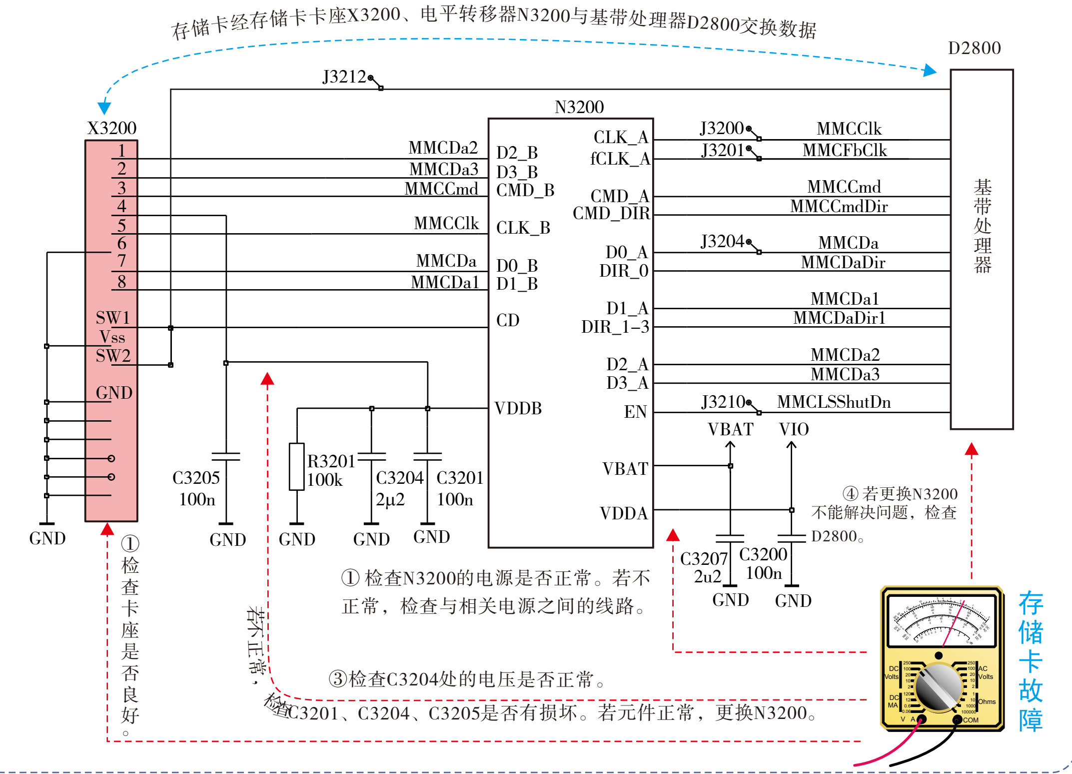
② 检查存储卡电源是否正常。若不正常，检查相关的电源电路。

③ 检查电路中的电阻、电容是否有损坏。若元件正常，检查D2000的焊接，或更换D2000。

存储卡接口电路示例二

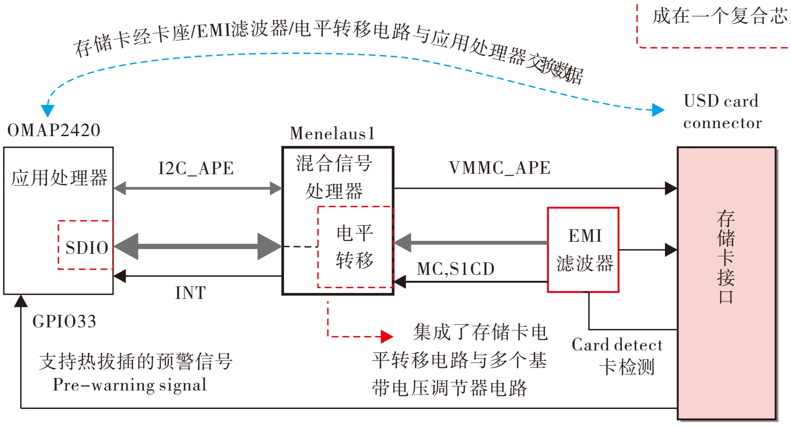


存储卡接口电路示例三



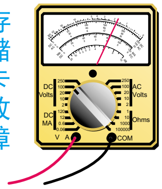
存储卡接口电路示例四

该存储卡电路与示例三所示电路类似，但也有区别：电平转移电路被集成在一个复合芯片内。



诺基亚N82存储卡接口电路方框图

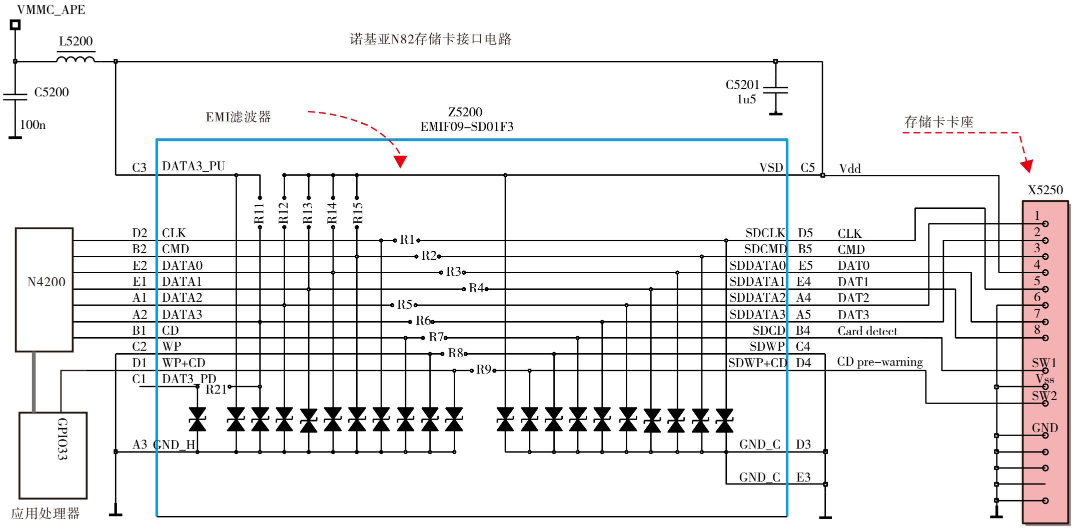
存储卡故障

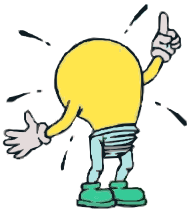


①检查存储卡卡座是否良好，检查电源是否正常。若不正常，检查L5200，或检查VMMC_APE电源电路。

②更换EMI滤波器看能否解决问题。

③N4200电路除电压调节器部分有几个电感、电容外，电平转移电路单元没有任何外围元件。如果更换EMI滤波器后还不能解决问题，检查N4200、应用处理器的焊接，或依次更换它们。



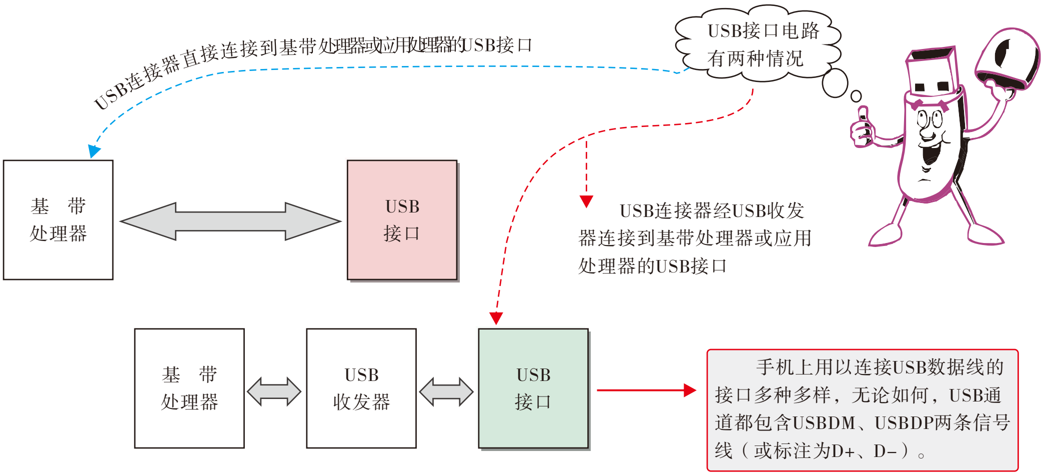


如果存储卡接口直接连接到基带芯片，检查卡座是否良好，检查电路中的电阻、电容、滤波器等元件是否有损坏。若元件正常，检查更换基带芯片。

如果卡座经一个接口芯片与基带芯片通信，检查卡座是否良好，检查接口芯片的供电是否正常，检查电路中的电阻、电容、滤波器等元件是否有损坏。若元件正常，检查更换接口芯片、基带芯片。

7.9　USB接口电路

手机使用miniUSB连接器



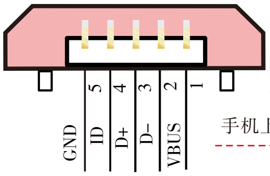
USB电路中，通常会用含字母“USB”的英文来标注，如USB_DP、USB_DM、3V3_VUSB、USB_VBUS等。

如果手机不能通过USB进行数据通信，可使手机通过USB数据线连接到PC，看手机能否进行充电。若不能，检查USB电源线路（标注VBUS、USB_VBUS等的线路）。若手机能进行充电，检查USB电路的工作电源，检查USB的数据信号通道。

手机USB数据线的两种常见通用插头

iPhone手机USB数据线连接手机的插头

一些手机并不使用通用的USB数据线插头



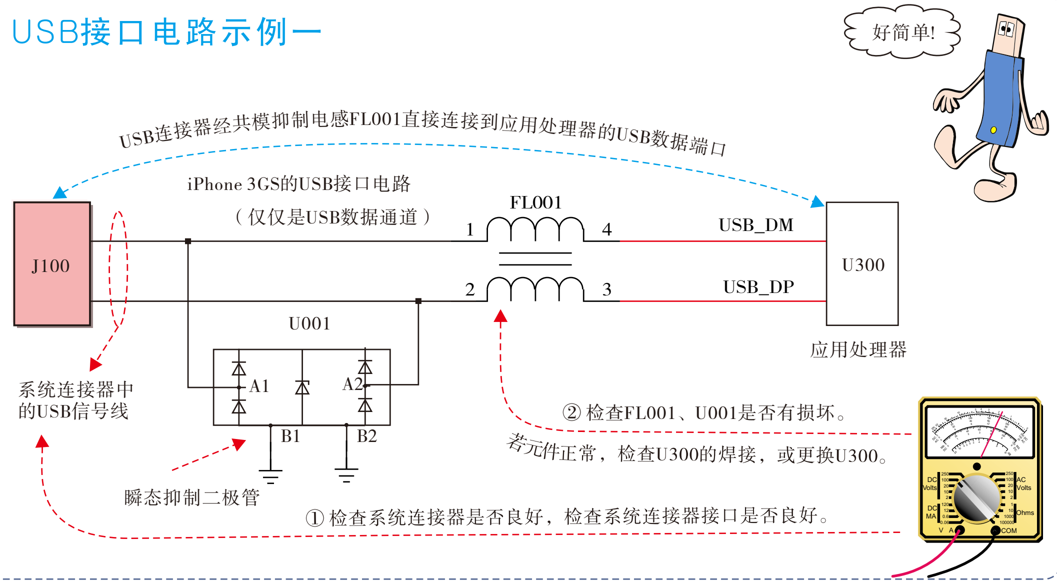
USB插座

手机上的USB连接器

VBUS是5V的USB电源，来自外部的USB设备，如计算机主机；D+与D–是数据线；ID线用于OTG功能支持。

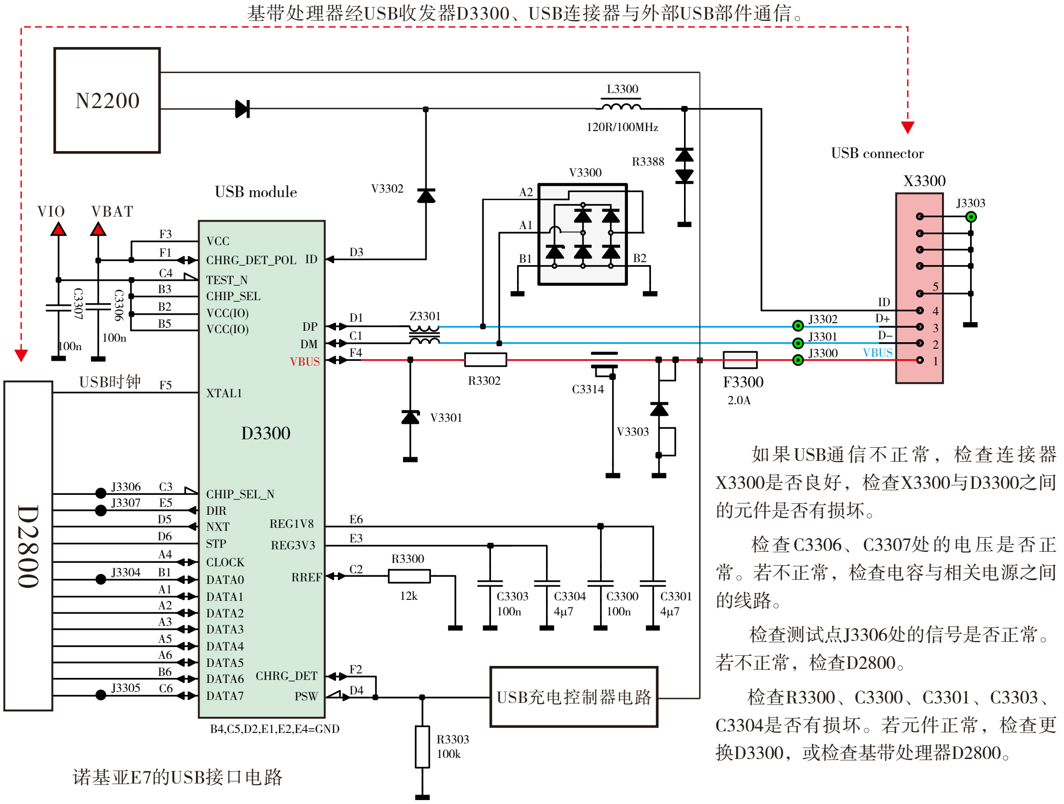
在OTG中，初始主机设备称为A设备，外设称为B设备。也就是说，手机既可以做外设，又可以做主机来传送数据，可用电缆的连接方式来决定初始角色(由ID线的状态来决定)。当设备检测到接地的ID引脚时，表示默认的是A设备（主机），而检测到ID引脚浮空的设备则认为是B设备（外设）。当USB附件连接到手机时，会产生一个USB_ID信号，以使手机系统能识别连接到手机的是USB充电器还是USB数据设备。

USB接口电路示例一



USB接口电路示例二

在这一类USB接口电路中，USB收发器可能是一个独立的部件，也可能被集成在其他芯片内（如复合电源管理器）。



诺基亚E7的USB接口电路

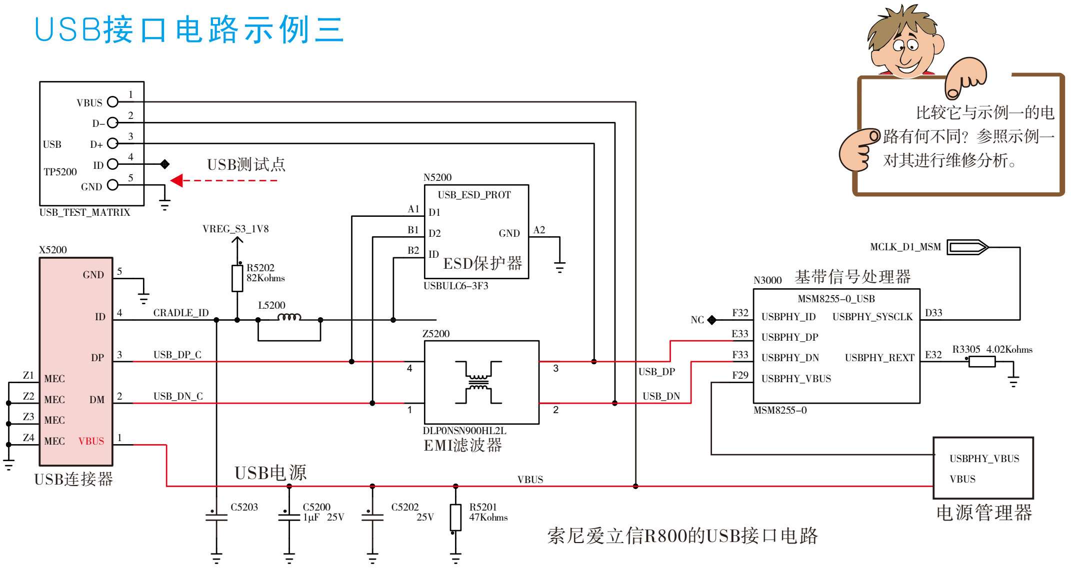
如果USB通信不正常，检查连接器X3300是否良好，检查X3300与D3300之间的元件是否有损坏。

检查C3306、C3307处的电压是否正常。若不正常，检查电容与相关电源之间的线路。

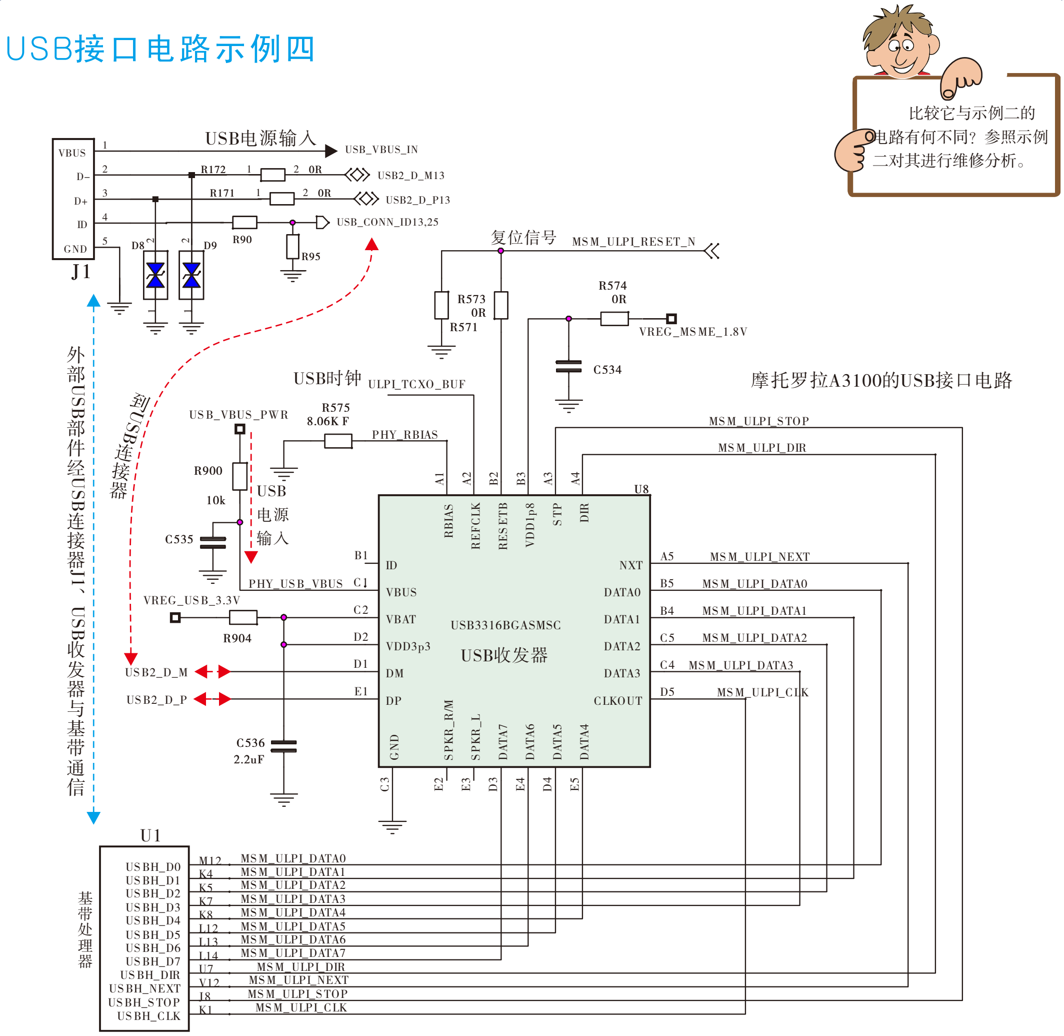
检查测试点J3306处的信号是否正常。若不正常，检查D2800。

检查R3300、C3300、C3301、C3303、C3304是否有损坏。若元件正常，检查更换D3300，或检查基带处理器D2800。

USB接口电路示例三



USB接口电路示例四



USB接口电路示例五

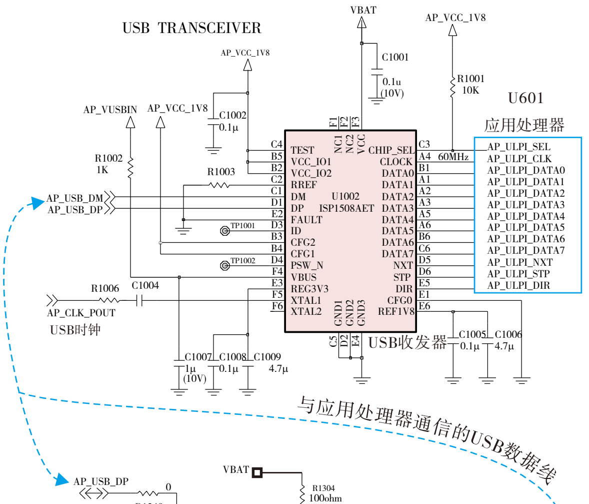
在一些智能手机中，提供两个USB信号通道：一个指向应用处理器，用于多媒体应用；另一个指向数字基带处理器，用于手机的调试测试等应用。

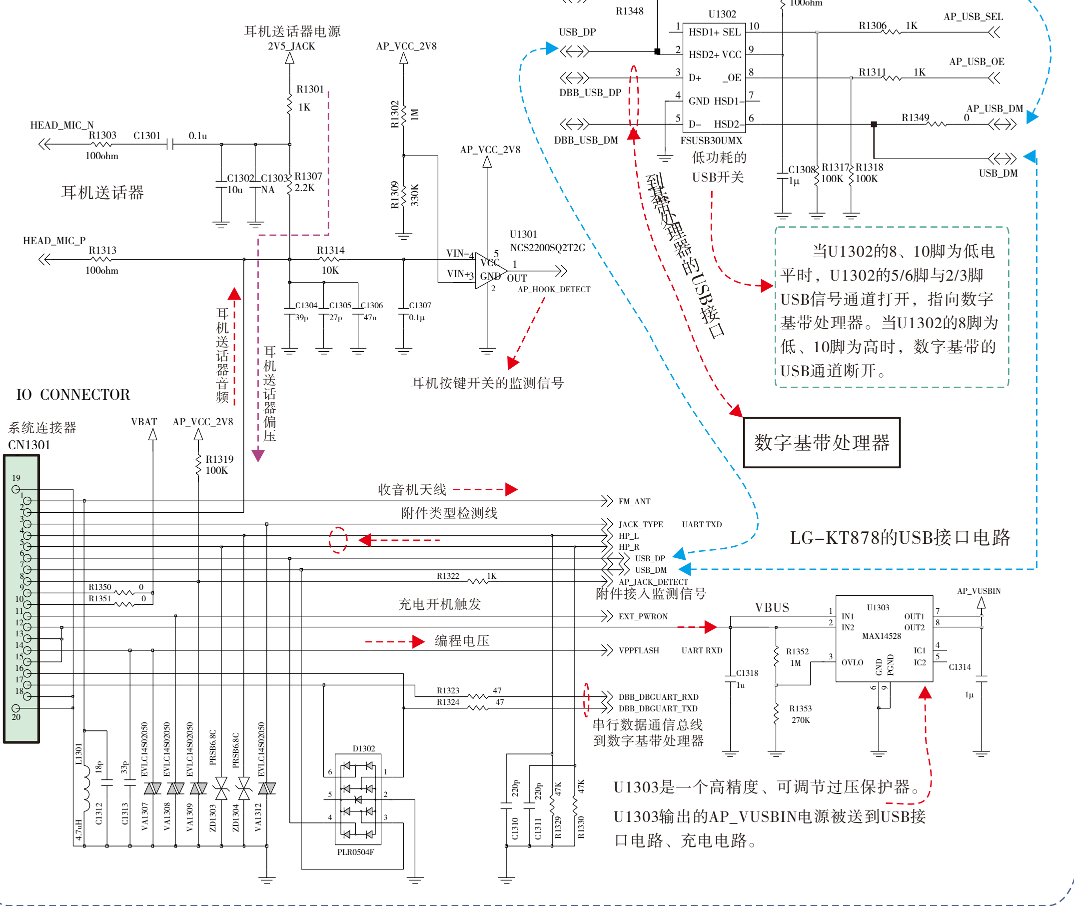
检修操作：

USB完全无数据功能：①检查连接器CN1301是否良好，检查R1322处的信号是否正常。若不正常，检查R1322、R1319，或检查CN1301。②检查C1314处的电压是否正常。若不正常，检查U1303电路。

不能通过USB数据线存取多媒体信息，检查应用处理器USB通道：检查R1349、R1348是否有损坏，检查U1002电路。

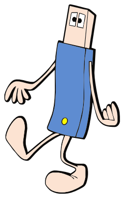
手机不能更新维修软件，检查基带处理器USB通道：①检查R1306、R1311处是否为低电平。若不是，检查应用处理器。②若R1306、R1311处的信号正常，检查U1302电路，或检查基带处理器。





7.10　USB充电电路

提供USB支持的手机通常都内置USB充电电路。手机内的USB充电电路各不相同，它们大致有两种结构：

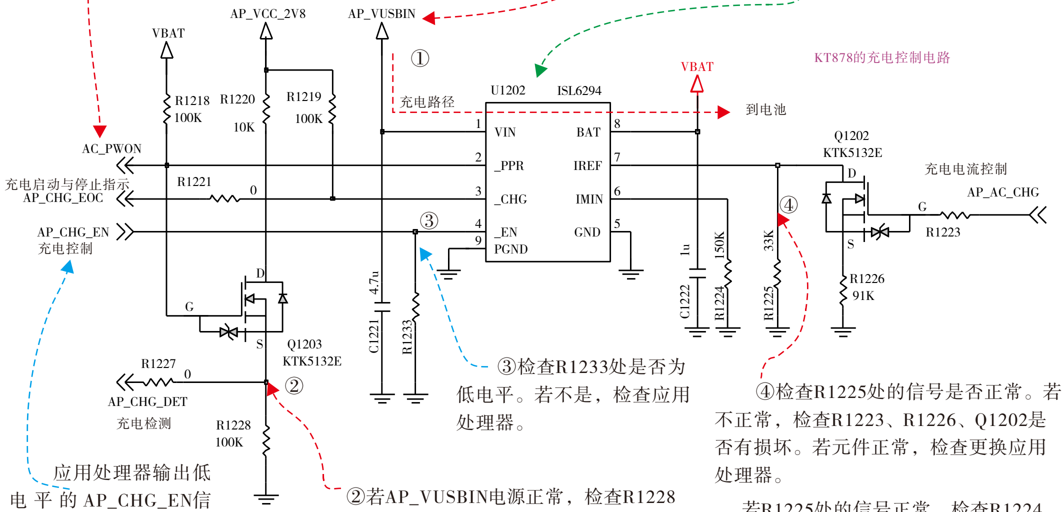


USB充电电路示例一

①连接充电器到故障机，检查AP_VUSBIN电源是否正常。若不正常，检查AP_VUSBIN电源线路上的电容是否有损坏。若元件正常，检查U1303电路。检查C1318、R1352、R1353是否有损坏。若元件正常，检查更换U1303。

当USB充电器或USB数据线连接到手机时，充电电源VBUS经U1303转换后，输出AP_VUSBIN电源（参见前面KT878的USB接口电路部分内容），到复合模拟基带处理器、基带处理器、到USB收发器U1002电路，以及充电控制器U1202电路。

当充电电源被送到U1202电路时，U1202输出AC_PWON信号，用于充电开机触发。



③检查R1233处是否为低电平。若不是，检查应用处理器。

④检查R1225处的信号是否正常。若不正常，检查R1223、R1226、Q1202是否有损坏。若元件正常，检查更换应用处理器。

若R1225处的信号正常，检查R1224、R1219、R1221，或更换U1202。

应用处理器输出低电平的AP_CHG_EN信号，到U1202的4脚，U1202电路开始工作。

②若AP_VUSBIN电源正常，检查R1228处的信号是否正常。若不正常，检查R1220、Q1203、R1218、R1228、R1227是否有损坏。若元件正常，检查更换U1202。

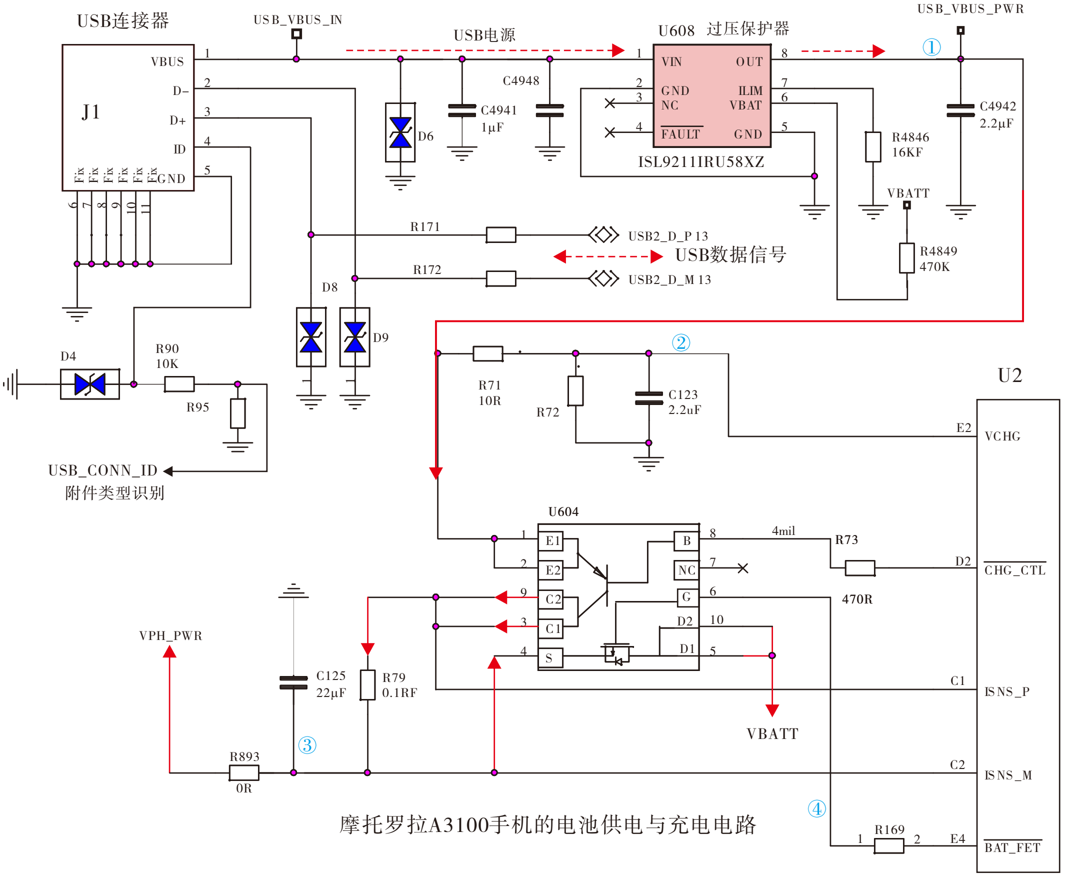
USB充电电路示例二

先不要看图下面的检修说明，自己能否做一个恰当的检修操作描述？

J1是USB接口，充电器也通过J1连接到手机。不同的USB附件连接到手机时，USB_CONN_ID信号电压不同。USB_CONN_ID信号被送到电源管理器U2。

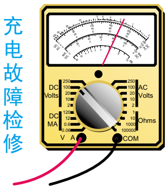
当USB充电器连接到手机时，充电电源经U608到充电电路。U2的D2脚输出控制信号，到U604的8脚。U604电路开始工作，充电电源经R79、U604给电池充电（U604的5、10脚输出）。同时，充电电源也经R893给手机供电。

如果充电器没有连接到手机，电池电源VBATT经U604、R893给手机供电。



摩托罗拉A3100手机的电池供电与充电电路

充电故障检修



①连接USB充电器到故障手机，在C4942处检查，看充电电源是否正常。若不正常，检查C4942处有无对地短路现象。若有短路现象，检查USB_VBUS_PWR电源线路上的电容；若无短路现象，检查R4846、R4849、C4948、C4941、D6等是否有损坏。若元件正常，更换U608。

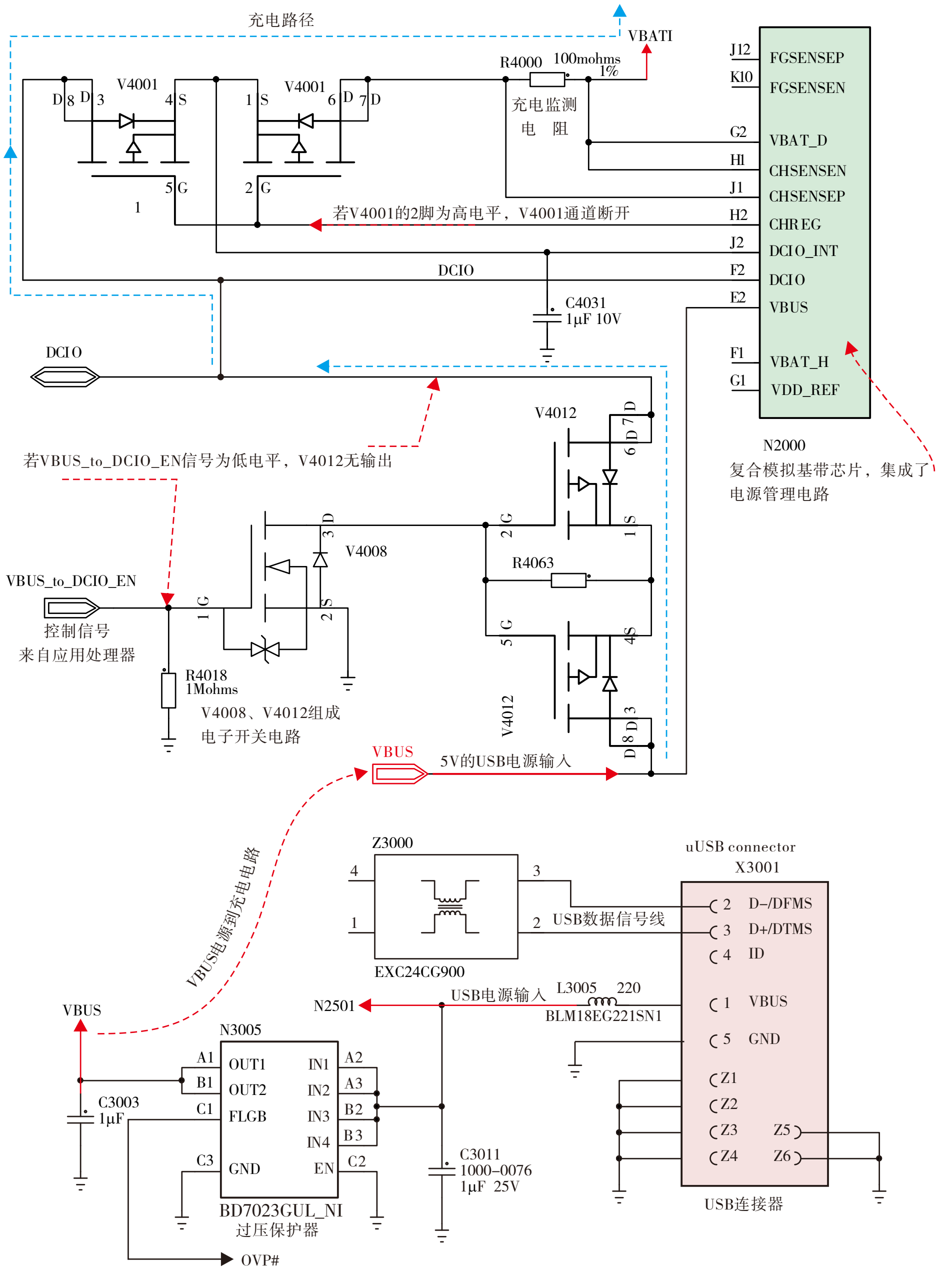
②检查C123处的电压是否正常。若不正常，检查R71、C123是否有损坏。若元件正常，检查U2。

③检查C125处电压是否正常。若不正常，检查R73处是否为低电平。若不是，检查U2电路；若R73处为低电平，检查R73、R79是否有损坏。若元件正常，更换U604。

④检查R169处是否为低电平。若是，更换U604；若不是，检查U2。

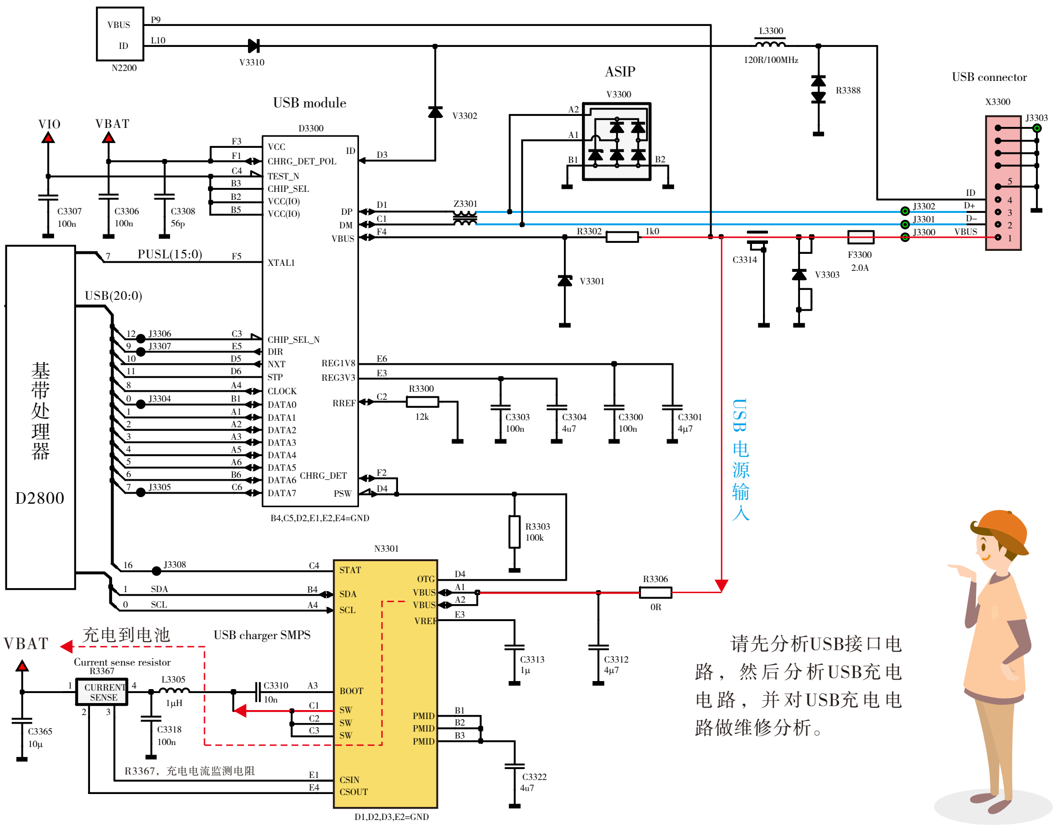
USB充电电路示例三

索尼爱立信U5i的USB充电电路



USB充电电路示例四

诺基亚E7的USB接口与USB充电电路



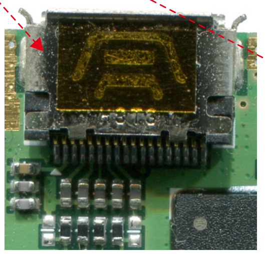
请先分析USB接口电路，然后分析USB充电电路，并对USB充电电路做维修分析。

7.11 系统连接器电路

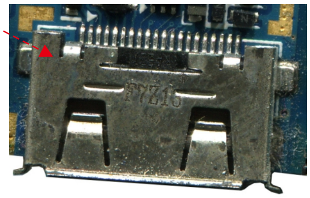
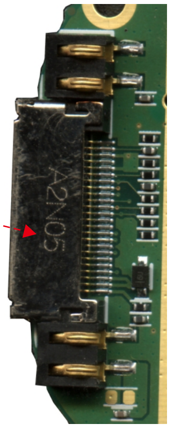
不同品牌手机的系统连接器电路有较大的差异，但它们并不复杂。系统连接器电路中通常有数据通信信号线、耳机音频信号线、附件接入监测信号线等。

简单地讲，手机上用来连接数据线的接口就是系统连接器。

前面讲到的USB连接器其实也是手机系统连接器的一种。

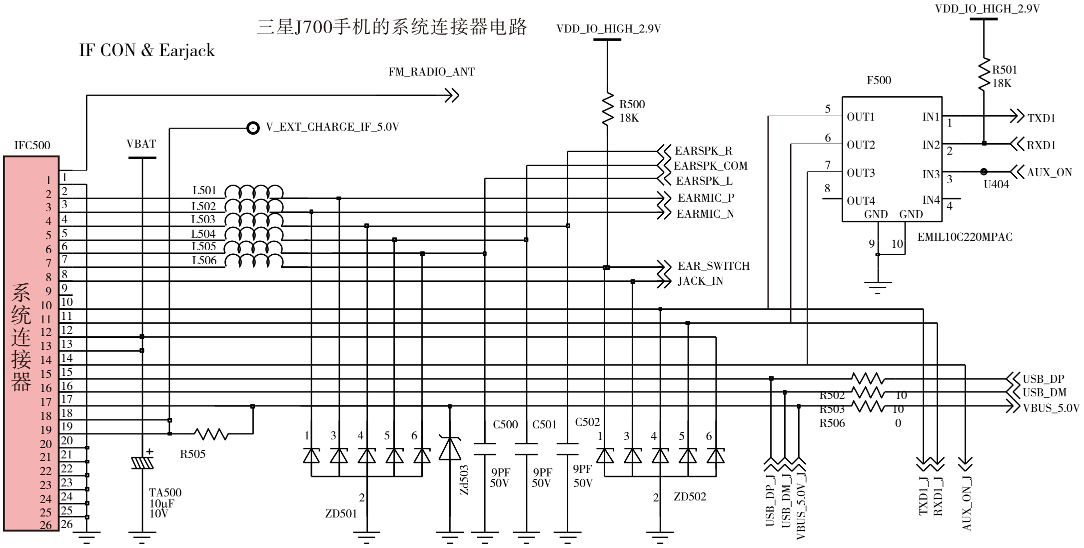


几个不同手机上的系统连接器

手机的系统连接器电路通常只是一些信号线，这些信号线会连接到其他各相关单元电路，如收音机、USB、耳机音频、串行通信，等等。

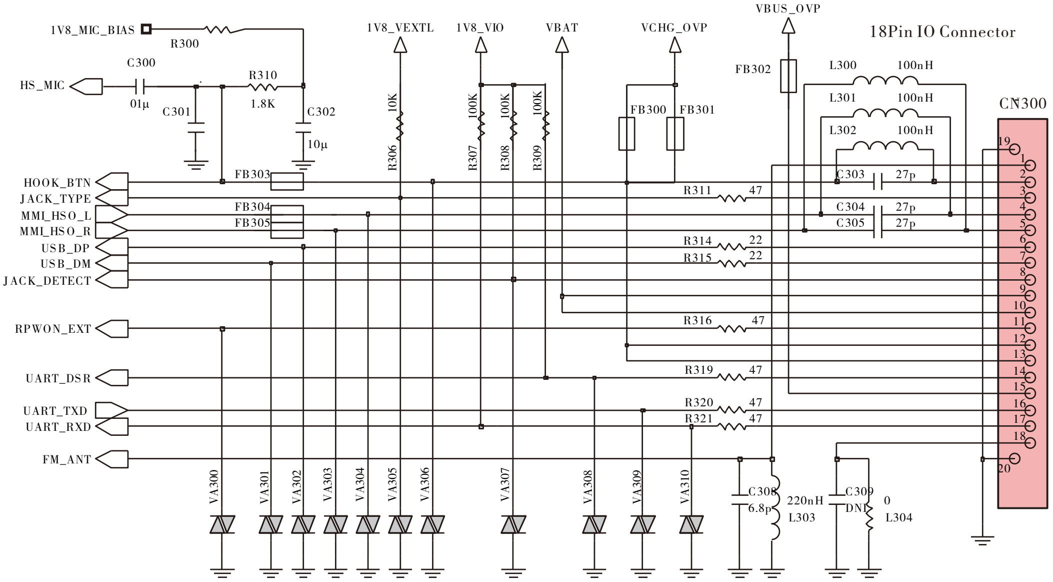
系统连接器电路示例一



FM_RADIO_ANT是手机内收音机的天线。IFC500的3～9脚用于手机的耳机，含EARSPK标注的是耳机接收音频信号，EARMIC是耳机送话器音频信号，EAR_SWITCH是耳机按键开关监测信号，JACK_IN是耳机接入检测信号。IFC500的10～19脚用于手机数据通信。其中的TXD1、RXD1是串行数据通信，主要用于手机的维修调试使用；USB_DP与USB_DM是USB数据，用于USB数据通信，主要为手机提供多媒体信息传输、多媒体文件管理、应用程序的处理等。

系统连接器电路示例二

LG GD330手机的系统连接器电路



CN300是手机的系统连接器，该电路中同样有耳机信号线路、串行通信与USB信号线路。其中的HS_MIC是耳机送话器信号。1V8_MIC_BIAS电源经R300、R310、FB303、L302给耳机送话器供电。HOOK_BTN是耳机按键开关的监测信号；JACK_TYPE是附件类型识别信号；MMI_HSO_L与 MMI_HSO_R分别是耳机接收音频的左、右声道信号；JACK_DETECT是附件接入监测信号。USB_DP与USB_DM是USB数据；UART_TXD、UART_RXD是串行通信数据。FM_ANT是收音机的天线。

在检修系统连接器电路故障时，应注意检查系统连接器是否变形、松动，检查系统连接器的引脚与附近的器件是否有氧化现象（特别是接触过液体的故障机）。

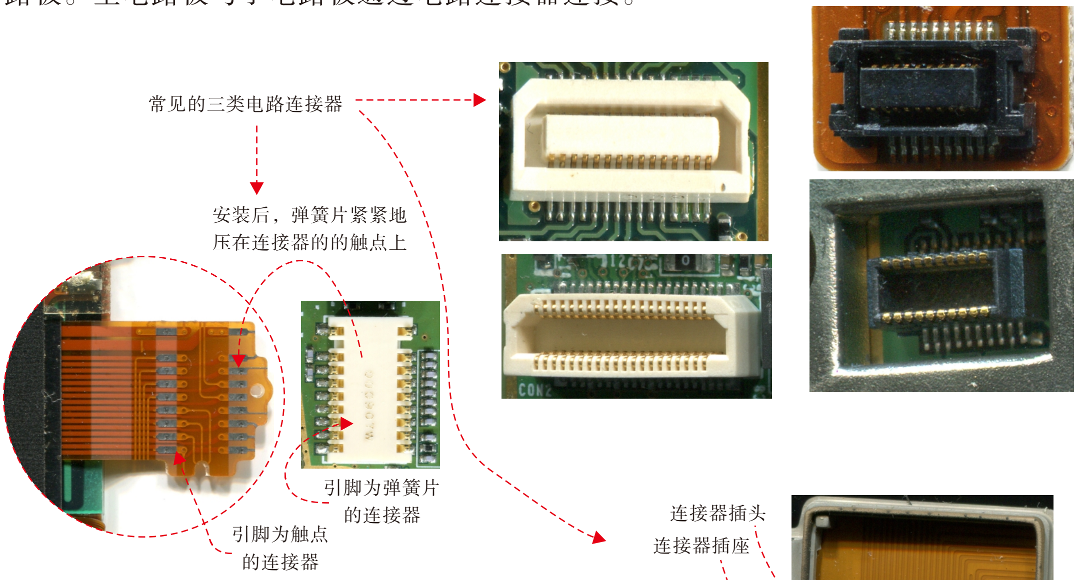
不同的系统连接器电路会出现不同的故障。这里主要是指数据通信线路方面的故障。若系统连接器信号线路不正常，会导致手机无法进行数据通信，某些手机还可能出现手机无法开机的故障。

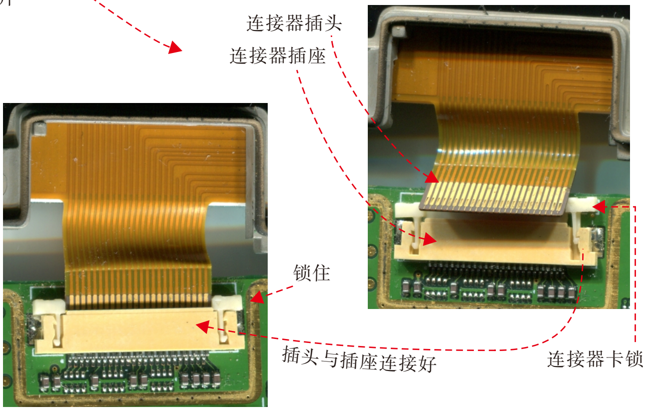
串行通信接口是手机最常见的通信接口，即便是新近的一些手机，在进行手机软件下载、利用工程软件进行维修测试时，也需要用到串行通信。

在面对手机的数据通信方面的故障时，应根据不同的情况予以检修：对于不能下载程序到手机、不能控制手机进入测试状态等故障，通常需要检查手机的串行通信线路；对于手机与PC不能进行USB连接等故障，需要检查USB通信线路。

7.12 电路板连接器

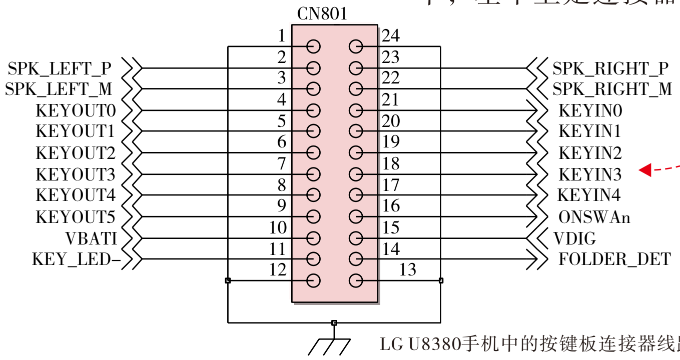
一些手机除主（Main）电路板外，还可能有子（Sub）电路板。主电路板与子电路板通过电路连接器连接。





对于电路板连接器电路，通常是检查连接器的焊接是否良好，检查连接器上的弹簧片是否良好，检查电路板连接器线路是否有断线。

手机中的电路板连接器线路很简单，基本上是连接器引脚信号线路。



LG U8380手机中的按键板连接器线路

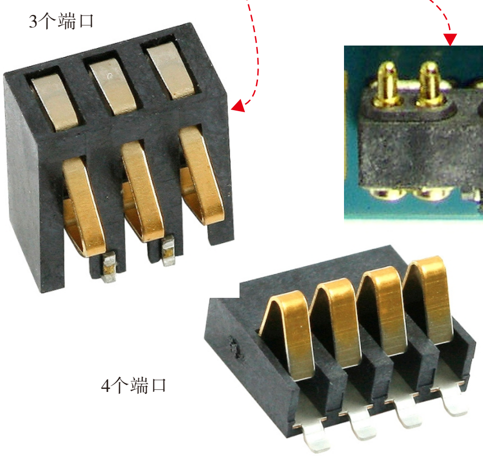
第8章　电源单元

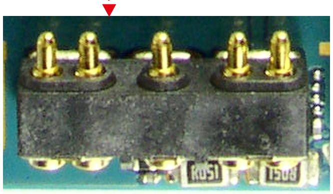
8.1 电池接口电路

手机电池通过手机电路板上的电池连接器给手机电路供电。

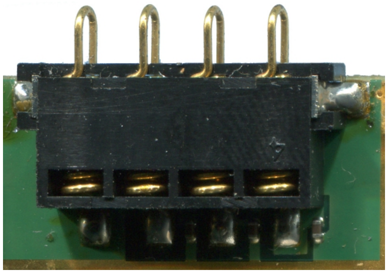
电池接口通常以字母X、CN、CON、J等字母加数字来标注（其图形符号则多种多样）。

电池连接器为弹簧片或弹簧针式接口

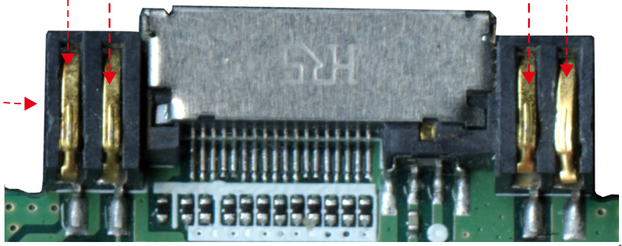




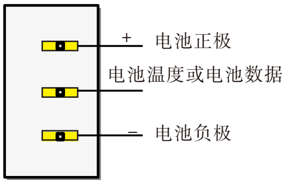
独立的电池连接器

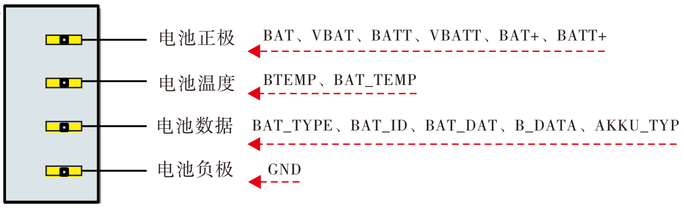


一些手机的电池连接器与手机的系统连接器制作在一起，这在以前的手机中比较常见。



手机的电池连接器通常有3个或4个端口：电池正极端口、电池负极端口、电池温度监测端口、电池数据（身份识别）端口。

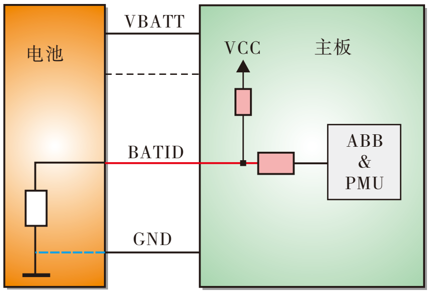




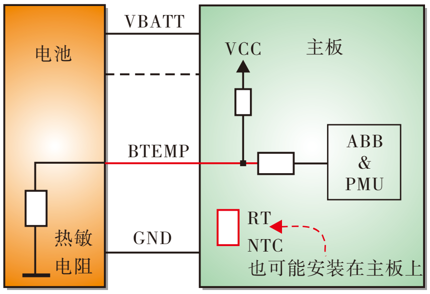
手机的电池连接器线路多种多样，但无论如何变化，都有最基本的电池电源正极（BATT、VBAT、B＋等）、电池电源地（GND）。绝大多数手机都有电池温度监测电路或电池数据监测电路；一些手机可能既有电池温度监测，又有电池数据监测。

手机电池的数据信号被用来识别手机电池类型。该信号线路通常是由电池内的一个电阻（有些则采用相关的集成芯片）与手机内的电阻组成电阻分压电路，手机内的PMU（电源管理器）单元或ABB（模拟基带处理器）读取该分压电路输出的信号电压，经A/D转换得到相应的数据信号。基带系统根据该数据信号来判断电池的类型。

电池接口数据信号线路的电路模型



电池接口温度信号线路的电路模型



可以说几乎所有的手机都有电池温度监测电路。

手机电池连接器的温度信息线路与电池的身份信息线路很相似，所不同的是，电池内部采用一个温度敏感电阻与手机内的电阻组成分压电路，以得到电池的温度信息。温敏电阻也可能被安装在电路主板上。

电池温度信息线路主要被用来防止手机因电池温度过高，导致电池或手机损坏。

电池接口电路若有问题，会导致手机出现开机、充电等方面的故障。

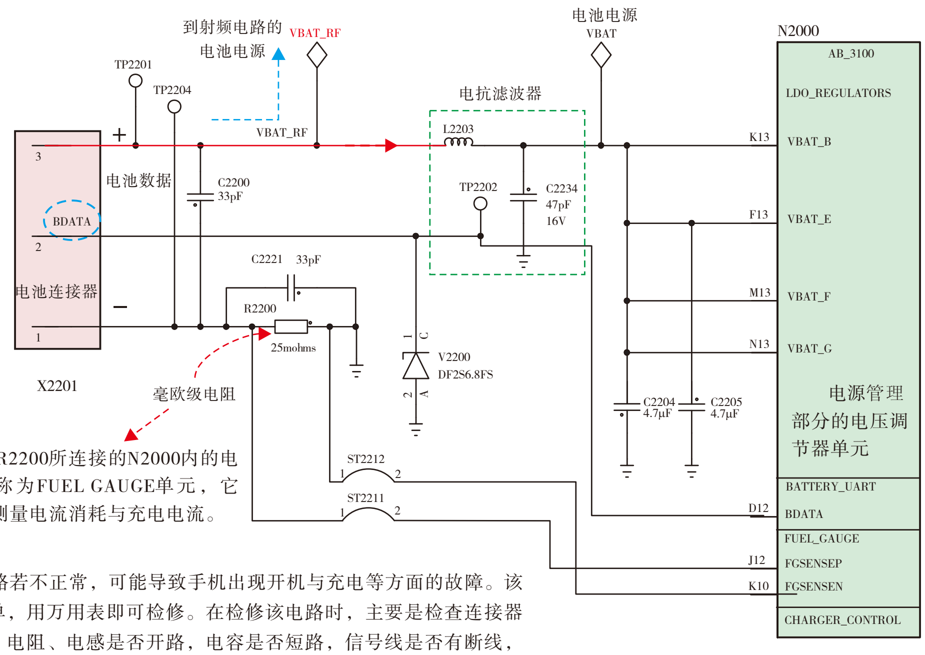
如果手机出现不开机的故障，可利用一个简单的方法来判断电池接口电路是否有问题：连接一个充电器到故障手机，看手机能否开机。若手机用电池不能开机，连接充电器到手机时能正常开关机，说明电池接口电路有问题。

大多数情况下，电池电源的正极、负极连接端口线路出现故障的概率比较小。对于电池接口电路，应注意检查电池信息信号线路、电池温度信号线路。

若电池连接器被安装在机壳上，应注意检查电池接口的触片、PCB板上的触点是否氧化。如果电池被安装到手机，未开机，电池出现发热现象，应注意检查电池电源线路上的电容或其他器件是否有击穿短路现象。

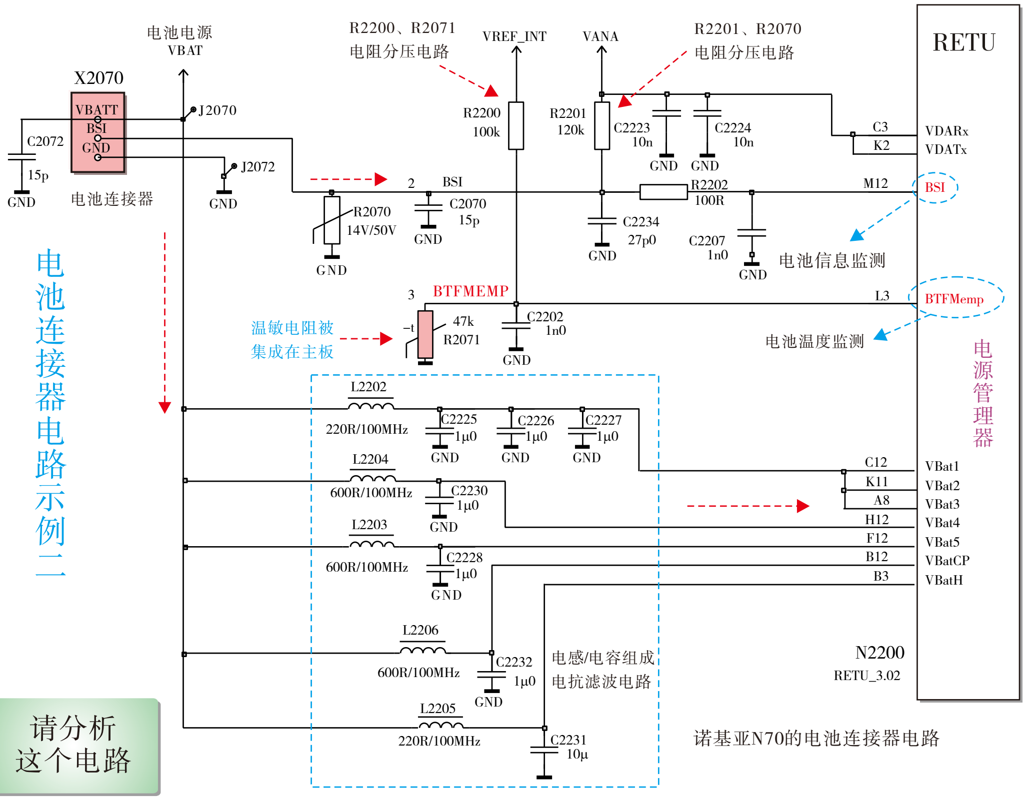
电池连接器电路示例一

索尼爱立信U10的电池连接器电路



该电路若不正常，可能导致手机出现开机与充电等方面的故障。该电路很简单，用万用表即可检修。在检修该电路时，主要是检查连接器是否良好。电阻、电感是否开路，电容是否短路，信号线是否有断线，若以上都正常，检查N2000芯片的焊接，或更换芯片。

电池连接器电路示例二

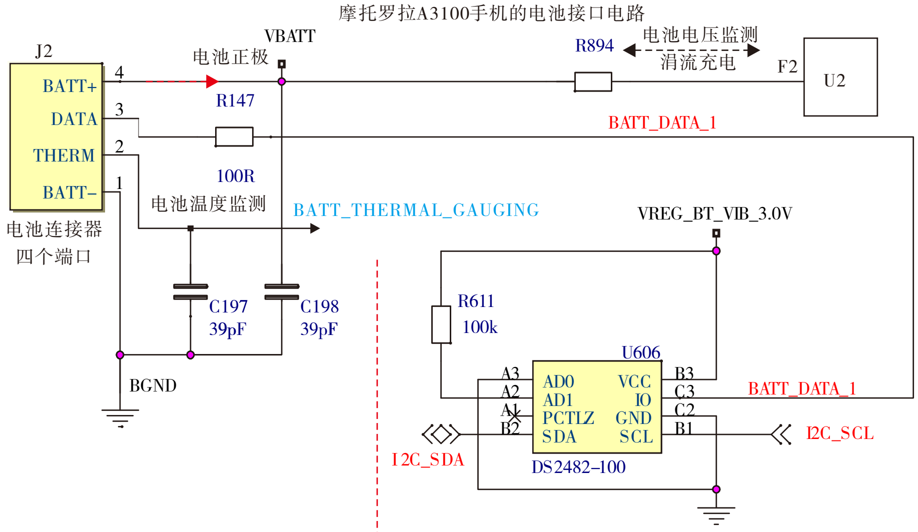


诺基亚N70的电池连接器电路

请分析
这个电路

电池连接器电路示例三

摩托罗拉A3100手机的电池接口电路



电池连接器J2有4个端口，分别是电池电源BATT+、电池数据DATA、电池温度监测THERM和电池地BATT–。

电池电源经电池接口J2输出电池电源VBATT到手机，电池电源经R894到电源管理器U2的F2脚。U2的F2脚是电池电源的监测端口，用以监测电池电压。在充电时，若电池电压非常低，该端口也被用来对电池进行涓流充电。

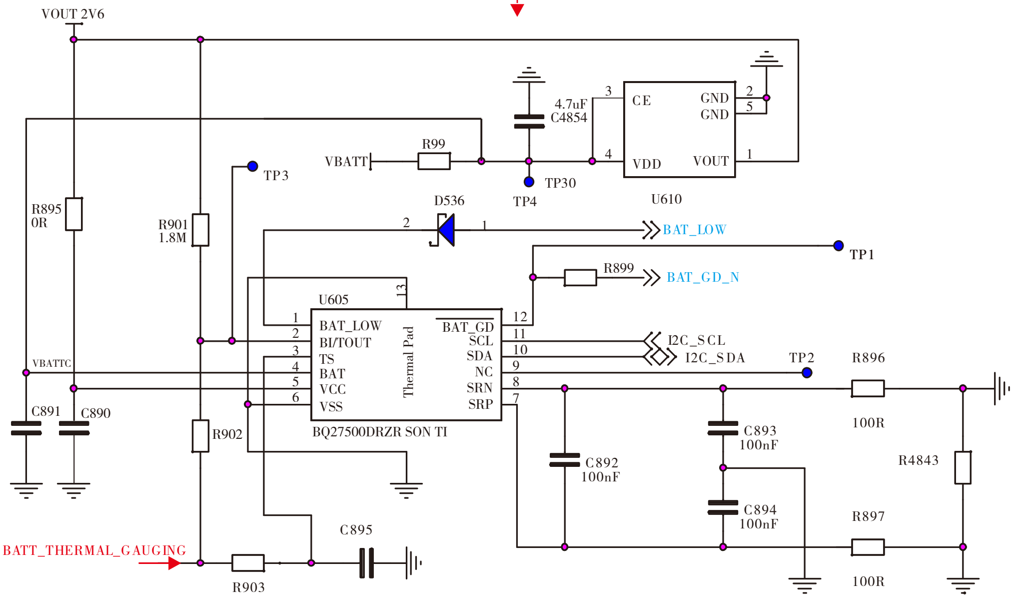
电池数据端口经R147连接到U606。U606则通过I²C串行接口连接到基带处理器。

电池温度监测端口被连接到电池电量监测电路。电池温度信息由U605电路转换后，经I²C接口到基带处理器。

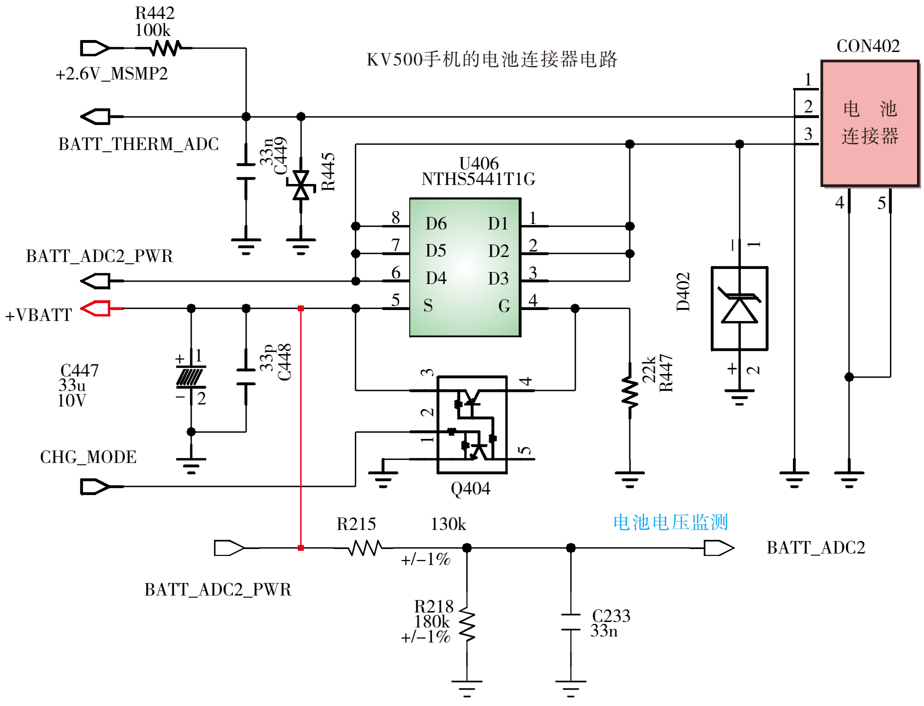
在A3100手机中，用了一个电池电量监测电路。U610是精密电压调节器，输出2.6V的VOUT_2V6电源。U605是TI公司的电池电量监测芯片。

基带处理器U1通过I²C接口来控制U605电路的工作。电池的温度信息通过U605电路转换后，也通过I²C接口传输到基带处理器。

如果电池电量不足，U605电路输出BAT_LOW信号到基带处理器。如果电池电量正常，U605电路输出BAT_GD_N信号到基带处理器。



电池连接器电路示例四

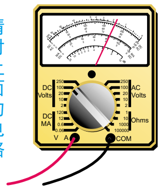


U406是一个P沟道场效应管，用作电子开关。电池经U406给手机内电路提供工作电源+VBATT。U406除起到供电开关的作用外，还用于充电。充电电路被集成在电源管理器内，充电电源经电源管理器内的充电电路、U406电路给电池充电。Q404的2脚信号CHG_MODE是充电模式控制信号。

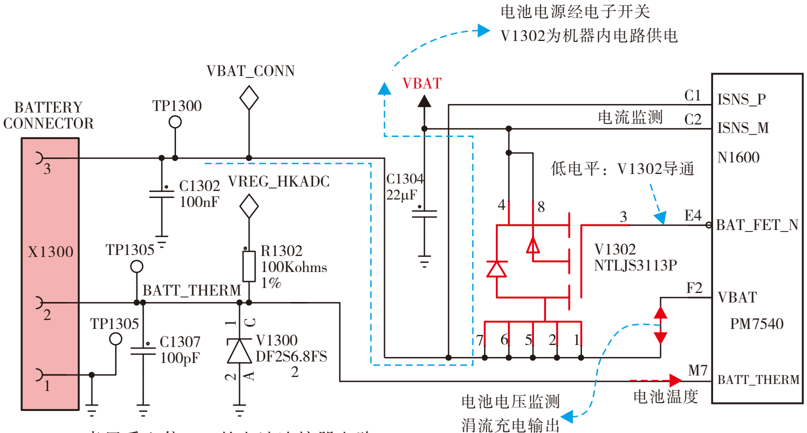
CON402的2脚是电池温度监测端口，该线路输出BATT_THERM_ADC信号，到基带处理器。如果该信号线路不正常，会导致手机出现开机与充电方面的故障。

BATT_ADC2_PWR信号（电池电源）经R215、R218分压后，得到电池电源电压的监测信号BATT_ADC2。BATT_ADC2信号被送到基带处理器。如果该信号线路不正常，会导致手机出现低压告警、电池消耗快等故障现象。

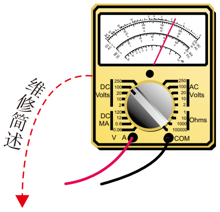
请对上面的电路做维修分析



电池连接器电路示例五



索尼爱立信E15i的电池连接器电路

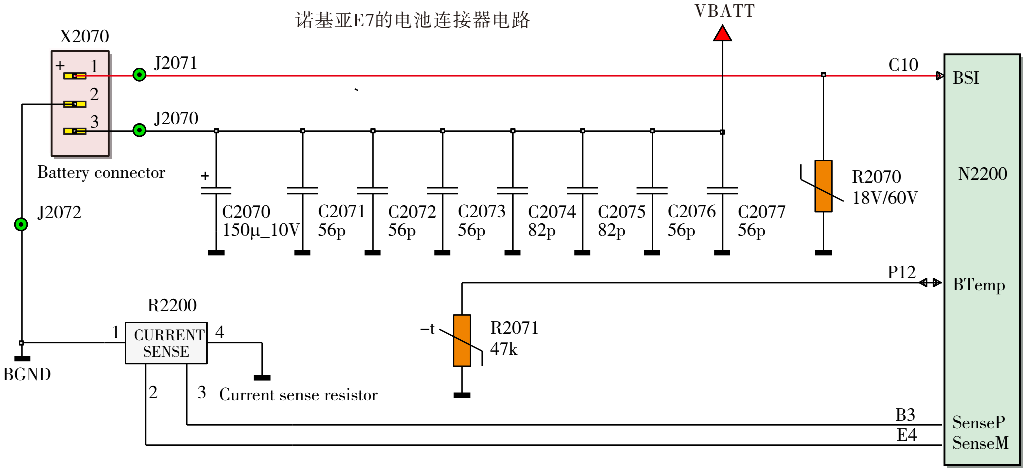


若手机不开机，检查电容C1304处电压是否正常。若不正常，检查V1302的3脚是否为低电平。若是，更换V1302；若不是，检查电源管理器N1600。

若手机出现充电方面的故障，要注意检查V1300、R1302、C1307是否有损坏。

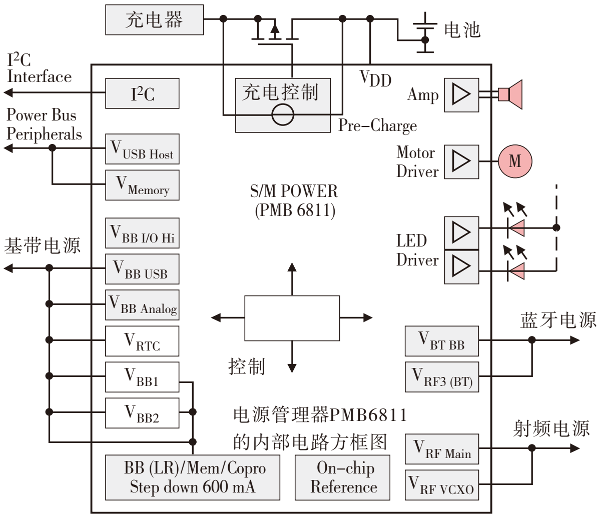
这个接口电路很简单
参照前面的内容分析

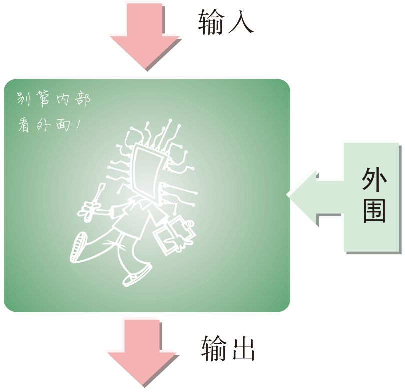
诺基亚E7的电池连接器电路



8.2　电源管理器

几乎所有的电源管理器（PMU）都集成了众多的电路单元，包括开关机控制逻辑、基带电压调节器、充电控制、电池监测、复位与看门狗及各种中断。大多数复合电源管理器还提供实时时钟、音频放大器、铃声驱动、背景灯与振动器驱动等。

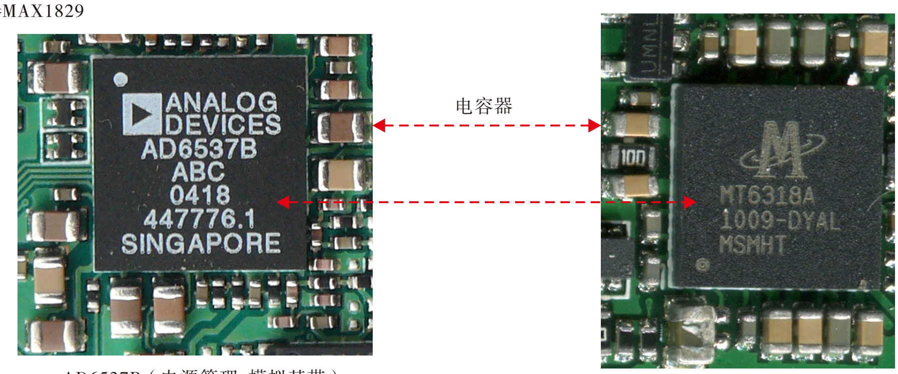




PMU内太复杂，看外围线路吧，要学会化繁为简。

电源管理器MAX1829

手机电路板中的电源管理器（或复合电源管理器）是很容易识别的。除电源管理器上标注的型号是明显的标记外，在电源管理器的周围，通常有较多的电容器。实时时钟晶体通常也在电源管理器旁边。



AD6537B（电源管理+模拟基带）

电源管理器MT6318A

从维修的角度看，可从5个方面来分析、判断与识别电源管理器电路：

- 电池接口电路 —— 电池连接器通常是经RC、LC电路连接到PMU → 电池数据信号线路、电池温度信号线路、电池电源供电线路
- 电源开关键线路 —— 开机触发信号肯定要送到PMU的开机触发端口
- 实时时钟电路 —— 实时时钟电路可能在PMU,也可能在数字基带芯片内电路，外接晶体与电容
- 电压调节输出 —— PMU内集成多个LDO，有多个电源输出 → 芯片内的电压调节器、独立的电压调节器、开关电源电路
- 充电电路 —— 无论充电电路是哪一类，充电电源都会送到PMU → 充电器接口线路、充电控制电路

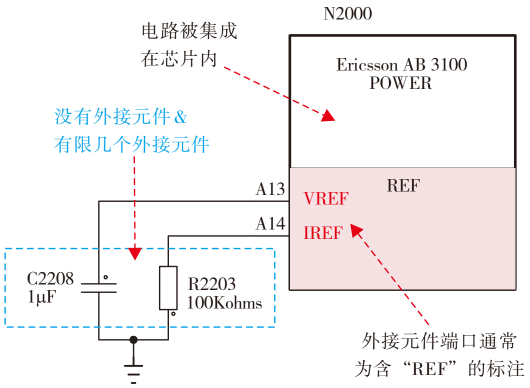
电池数据信号线路	RC电路（常见）或I²C芯片电路：开机与充电故障
电池温度信号线路	热敏电阻电路：充电与电池故障
电池电源供电线路	（大多数为）LC滤波电路：开机故障
芯片内的电压调节器	仅在输出线路上有滤波电容
独立的电压调节器	独立的芯片，控制信号来自PMU或基带
开关电源电路	外部电感、电容、二极管等与芯片内电路组成
充电器接口线路	保险＋LC电路（常见）：充电故障
充电控制电路	可能集成在PMU内，也可能使用外部的充电电路

电源管理器内通常都集成了一个静态（或动态）复位电路，大多数都没有外围元件，仅有复位信号输出端口。复位信号直接或经RC电路到基带芯片。

如果系统复位电路出现问题，会导致手机出现不开机的故障；若某个单元电路的复位信号不正常，会导致相应的单元电路不工作。如果电源管理器没有复位信号输出，参照电路图，检查电源管理器标注有RES、RESET、RST等端口的电容，检查复位信号线上的元件是否有损坏。如果元件正常，检查更换电源管理器。

8.2.1 参考电源

电源管理器内有参考电源电路，为电压调节器（REG）与其他一些单元电路提供高精度的参考电源。常见的标注有UPR、VREF、REF、V_ISUP等。



如果参考电源不正常，会导致手机的实时时钟电路、电压调节器电路工作不正常，引起手机出现不开机等多方面的故障。可通过检查外接旁路电容两端的电压来判断参考电源是否正常。如参考电源不正常，检查外接的电阻、电容，若外接元件正常，检查电源管理器的焊接是否良好或检查更换电源管理器。

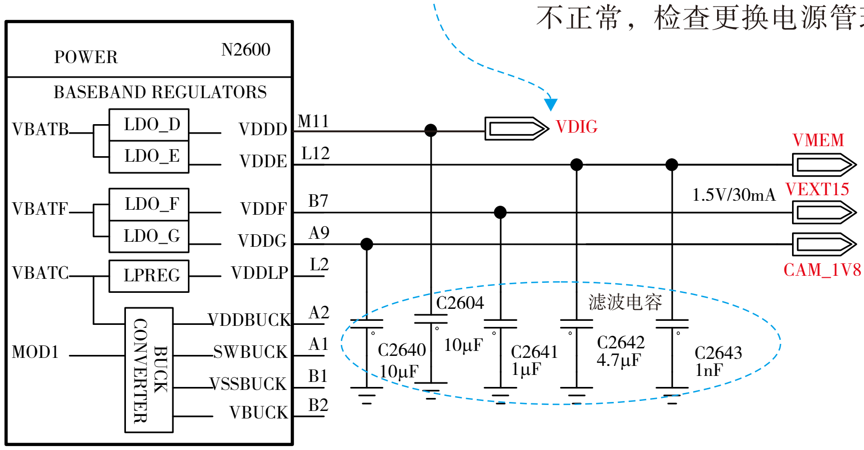
8.2.2 PMU内的电压调节器

PMU内都或多或少地集成了多个电压调节器（通常为LDO）。

PMU内的LDO电压调节器基本上没有什么外围元件，仅在电压电源输出线路上有一些滤波电容。这些LDO输出的电源通常以字母“V”开头的英文来表示，如VMEM、VCAM等。

如果PMU的LDO输出只是一个或其中的几个不正常，检查相应输出线路上的电容、供电的目标电路是否有问题。若没有问题，检查更换电源管理器。

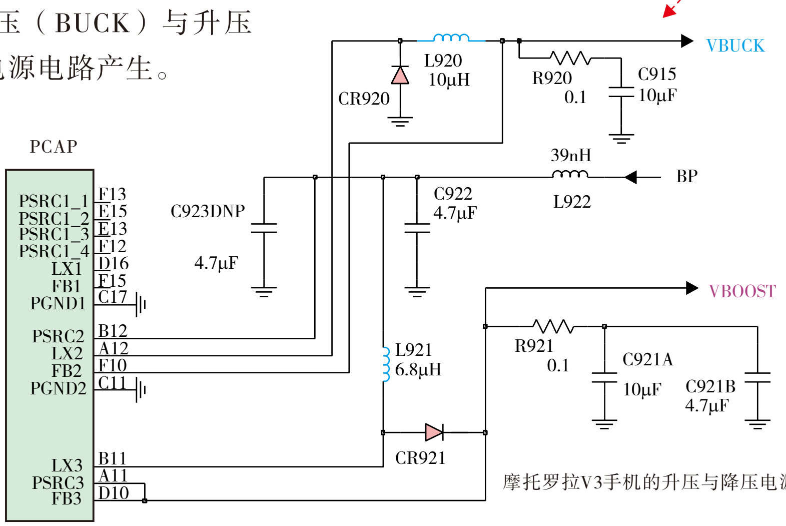
若PMU的所有LDO输出都不正常，需要先检查电池供电、参考电源、实时时钟（或其他RC振荡电路）是否正常。若不正常，检查更换电源管理器。



8.2.3 PMU的开关电源

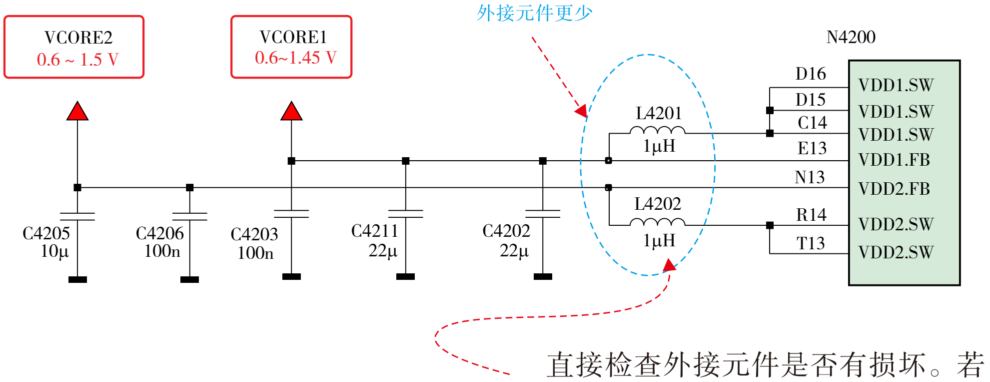
基带芯片的内核电压越来越低，通常为1.2V、1.5V或1.8V。射频部分的一些泵电路与一些灯电路可能使用4V以上的高电压电源。这些低压与高压电源通常由降压（BUCK）与升压（BOOST）开关电源电路产生。

电源管理器内的电路与外接的RLC、二极管等元件一起组成。



摩托罗拉V3手机的升压与降压电源

诺基亚N9内PMU的两个降压电源



直接检查外接元件是否有损坏。若元件正常，更换PMU芯片。

如果开关型电源电路出现故障，可用示波器在电感连接芯片的一端检测，看有无脉冲信号。若无，检查芯片的控制信号，或检查更换相关的芯片。若有脉冲信号，检查更换电源芯片外围的电感、电容与二极管等元件。

8.2.4 充电控制

充电电路中通常有含字母CHG的标注

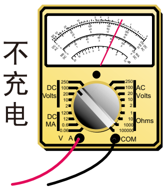
PMU芯片都集成了充电控制电路。

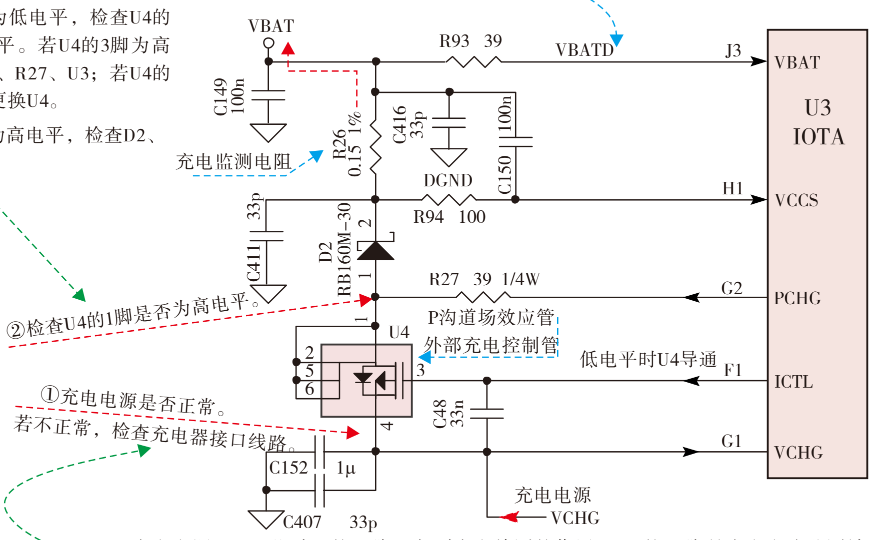
PMU的充电控制电路有两种情况：

1. 使用外接的充电控制管。

若U4的1脚为低电平，检查U4的3脚是否为低电平。若U4的3脚为高电平，检查R93、R27、U3；若U4的3脚为低电平，更换U4。

若U4的1脚为高电平，检查D2、R26、R94。

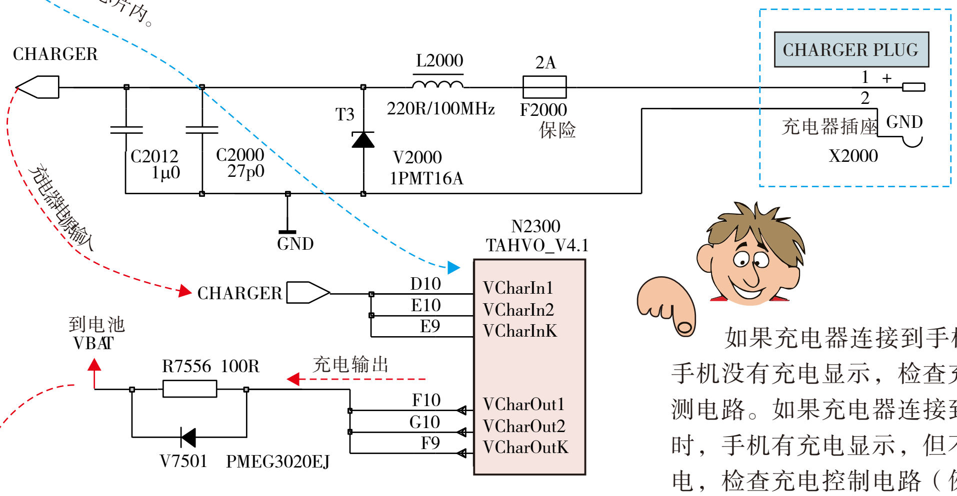




充电电源VCHG送到U3的G1脚，起到充电检测的作用。U3的H1脚是充电电流监测端口。U3的F1脚输出充电控制信号，使U4开始工作。充电电源经U4、D2、R26给电池充电。

如果电池电压非常低，充电电路不会马上工作，充电电源经U3的G2脚、R27、D2对电池进行预充电，一旦电池电压达到一定程度，U3的F1脚输出控制信号，充电电源经U4、D2、R26给电池充电。

2. 充电电路都被集成在PMU芯片内。

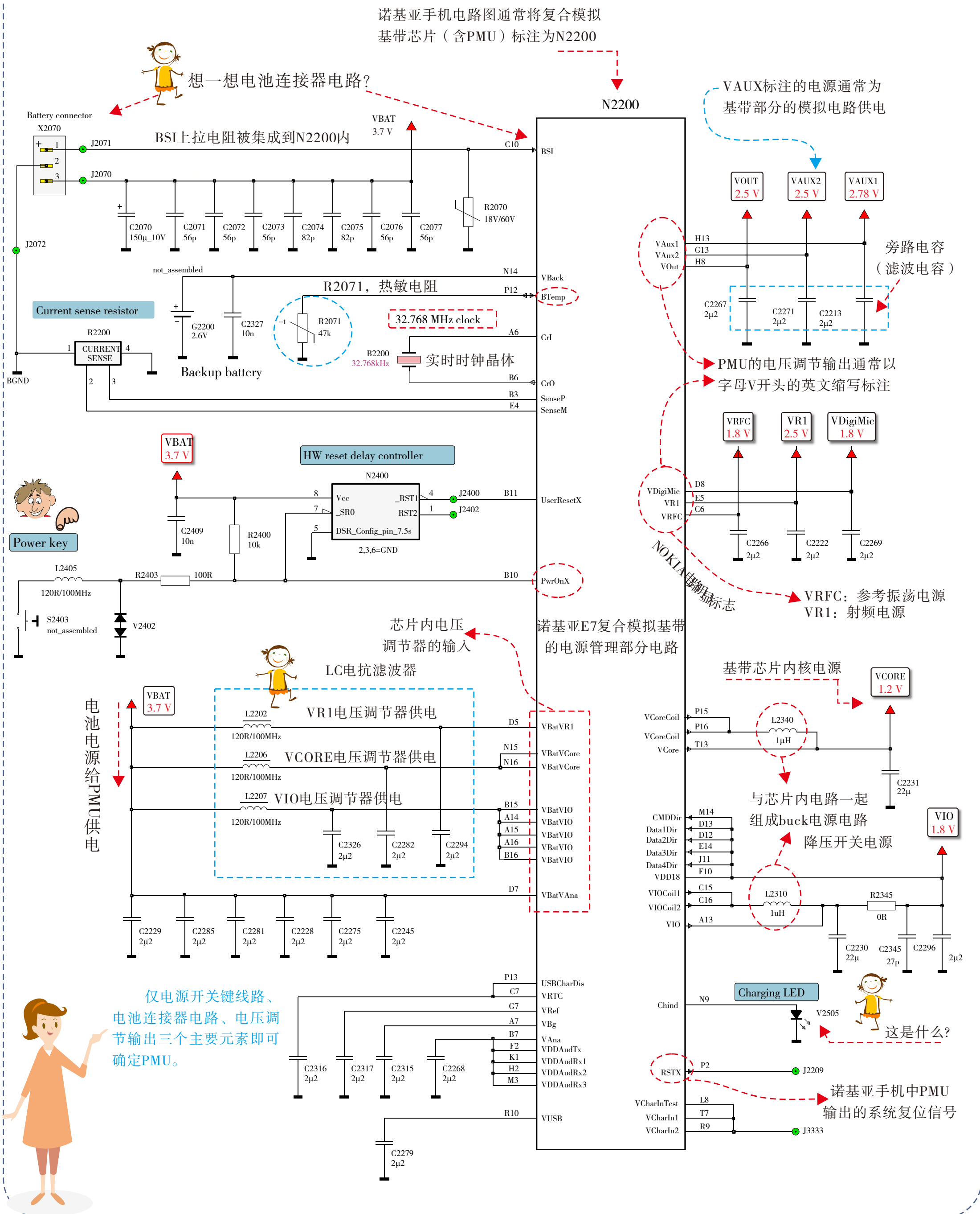


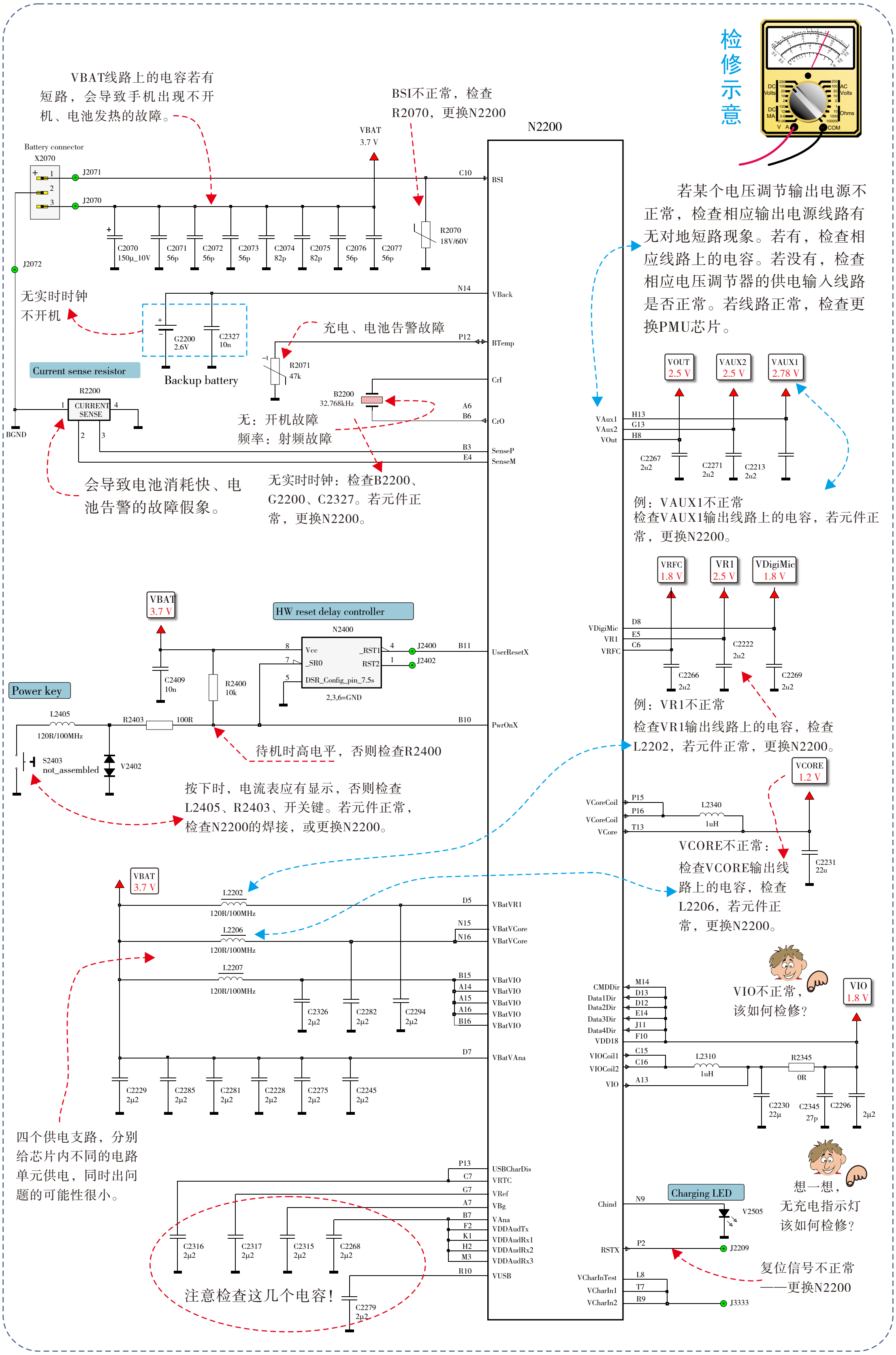
如果充电器连接到手机时，手机没有充电显示，检查充电检测电路。如果充电器连接到手机时，手机有充电显示，但不能充电，检查充电控制电路（例如示例中的U4电路），或检查更换电源管理器。如果给电池充满电需要的时间比正常情况长很多，应该检查充电电路中的电阻。

充电电源经保险F2000、L2000到电源管理器，然后从N2300的F10等脚输出，经V7501、R7556给电池充电。无充电：检查F2000、L2000、V7501、R7556、T3、C2000等元件是否有损坏。若元件正常，更换N2300。

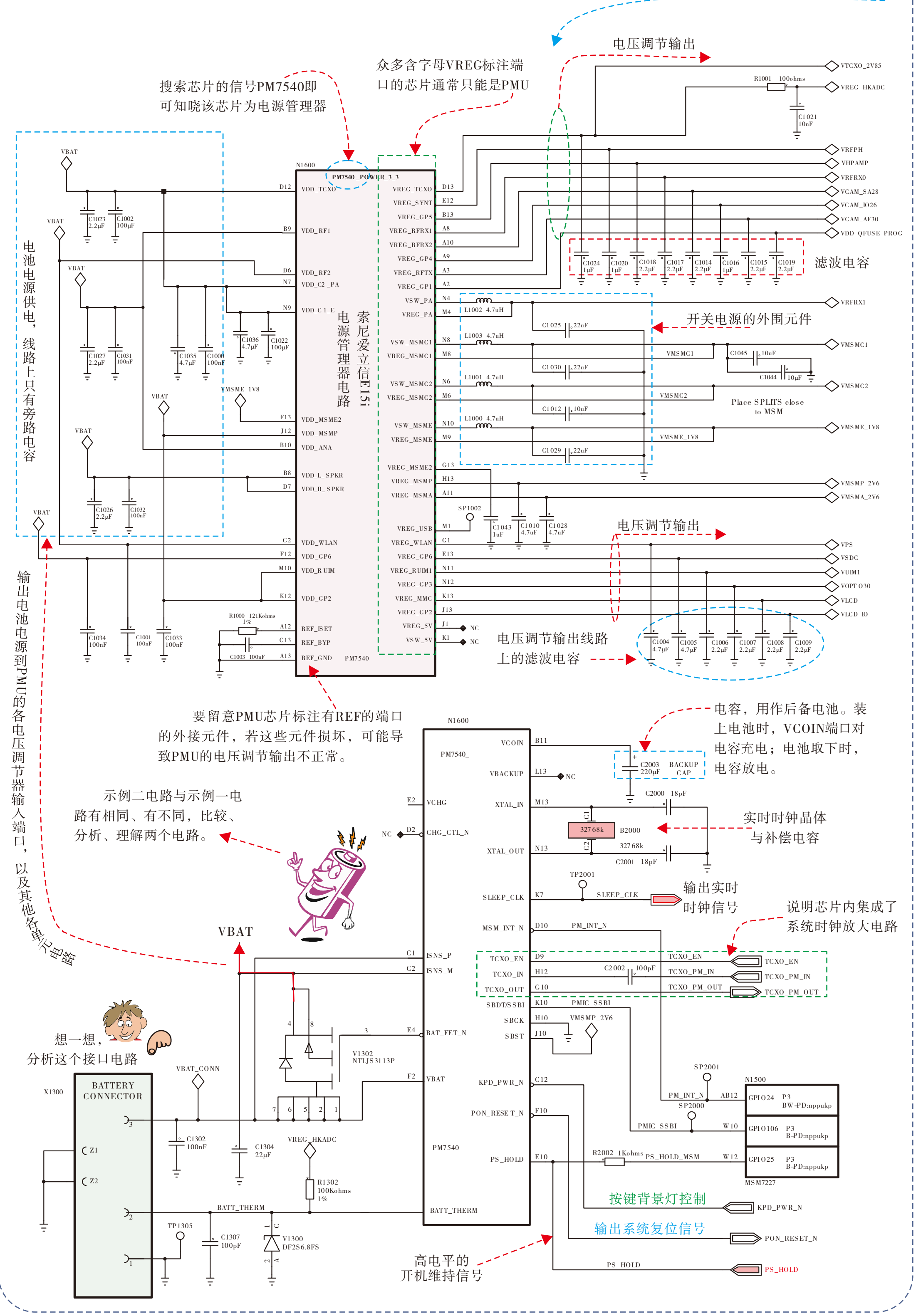
电源管理器电路示例一

注意观察电路中的各重
要元件，在这方面，其他的
PMU电路并没有太大的区别。



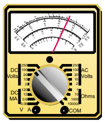

检修示意
VBAT线路上的电容若有短路，会导致手机出现不开机、电池发热的故障。
BSI不正常，检查R2070，更换N2200
N2200
Battery connector
X2070
J2071
J2070
J2072
VBAT
3.7 V
C10
BSI
C2070 150μ_10V
C2071 56p
C2072 56p
C2073 56p
C2074 82p
C2075 82p
C2076 56p
C2077 56p
R2070 18V/60V
N14
VBack
无实时时钟不开机
G2200 2.6V
C2327 10n
Backup battery
充电、电池告警故障
P12
BTemp
R2071 47k
Current sense resistor
R2200
CURRENT SENSE
BGND
CrI
B2200 32.768kHz
A6
B6
CrO
无：开机故障
频率：射频故障
B3
E4
SenseP
SenseM
会导致电池消耗快、电池告警的故障假象。
无实时时钟：检查B2200、G2200、C2327。若元件正常，更换N2200。
若某个电压调节输出电源不正常，检查相应输出电源线路有无对地短路现象。若有，检查相应线路上的电容。若没有，检查相应电压调节器的供电输入线路是否正常。若线路正常，检查更换PMU芯片。
VOUT 2.5 V
VAUX2 2.5 V
VAUX1 2.78 V
VAux1
VAux2
VOut
H13
G13
H8
C2267 2u2
C2271 2u2
C2213 2u2
例：VAUX1不正常
检查VAUX1输出线路上的电容，若元件正常，更换N2200。
VRFC 1.8 V
VR1 2.5 V
VDigiMic 1.8 V
VDigiMic
VR1
VRFC
D8
E5
C6
C2266 2u2
C2222 2u2
C2269 2u2
例：VR1不正常
检查VR1输出线路上的电容，检查L2202，若元件正常，更换N2200。
VBAT 3.7 V
HW reset delay controller
N2400
Vcc
_SR0
DSR_Config_pin_7.5s
_RST1
RST2
2,3,6=GND
J2400
J2402
B11
UserResetX
C2409 10n
R2400 10k
Power key
L2405 120R/100MHz
R2403 100R
B10
PwrOnX
S2403 not_assembled
V2402
待机时高电平，否则检查R2400
按下时，电流表应有显示，否则检查L2405、R2403、开关键。若元件正常，检查N2200的焊接，或更换N2200。
VCORE 1.2 V
VCoreCoil
VCoreCoil
VCore
P15
P16
T13
L2340 1uH
C2231 22u
VCORE不正常：检查VCORE输出线路上的电容，检查L2206，若元件正常，更换N2200。
VBAT 3.7 V
L2202 120R/100MHz
D5
VBatVR1
L2206 120R/100MHz
N15
N16
VBatVCore
VBatVCore
L2207 120R/100MHz
B15
A14
A15
A16
B16
VBatVIO
C2326 2μ2
C2282 2μ2
C2294 2μ2
D7
VBatVAna
C2229 2μ2
C2285 2μ2
C2281 2μ2
C2228 2μ2
C2275 2μ2
C2245 2μ2
四个供电支路，分别给芯片内不同的电路单元供电，同时出问题的可能性很小。
VIO不正常，该如何检修？
VIO 1.8 V
CMDDir
Data1Dir
Data2Dir
Data3Dir
Data4Dir
VDD18
M14
D13
D12
E14
J11
F10
VIOCoil1
VIOCoil2
VIO
C15
C16
A13
L2310 1uH
R2345 0R
C2230 22μ
C2345 27p
C2296 2μ2
P13
C7
G7
A7
B7
F2
K1
H2
M3
R10
USBCharDis
VRTC
VRef
VBg
VAna
VDDAudTx
VDDAudRx1
VDDAudRx2
VDDAudRx3
VUSB
C2316 2μ2
C2317 2μ2
C2315 2μ2
C2268 2μ2
C2279 2μ2
注意检查这几个电容！
想一想，无充电指示灯该如何检修？
Charging LED
ChInd
N9
V2505
RSTX
P2
J2209
复位信号不正常——更换N2200
VCharInTest
VCharIn1
VCharIn2
L8
T7
R9
J3333

电源管理器电路示例二

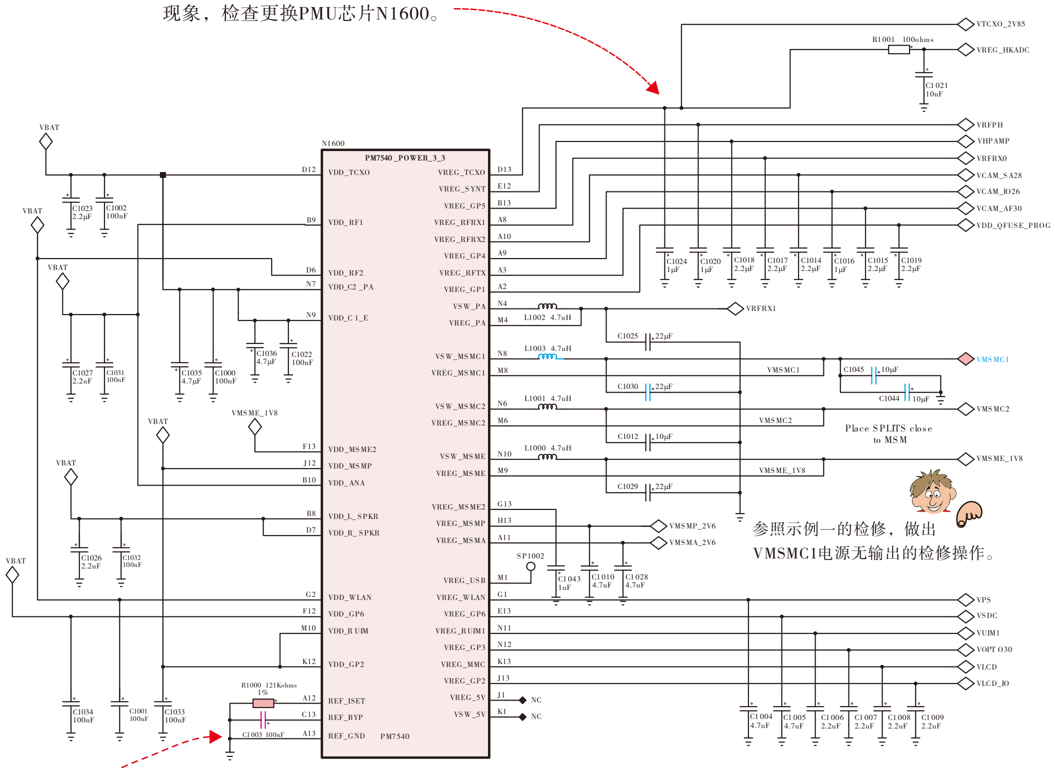


PMU的电压调节输出单元，仅有几个外接电感与旁路、滤波电容
电压调节输出
众多含字母VREG标注端口的芯片通常只能是PMU
搜索芯片的信号PM7540即可知晓该芯片为电源管理器
电池电源供电，线路上只有旁路电容
索尼爱立信E15i电源管理器电路
滤波电容
开关电源的外围元件
电压调节输出
电压调节输出线路上的滤波电容
输出电池电源到PMU的各电压调节器输入端口，以及其他各单元电路
要留意PMU芯片标注有REF的端口的外接元件，若这些元件损坏，可能导致PMU的电压调节输出不正常。
示例二电路与示例一电路有相同、有不同，比较、分析、理解两个电路。
电容，用作后备电池。装上电池时，VCOIN端口对电容充电；电池取下时，电容放电。
实时时钟晶体与补偿电容
输出实时时钟信号
说明芯片内集成了系统时钟放大电路
想一想，分析这个接口电路
按键背景灯控制
输出系统复位信号
高电平的开机维持信号
VBAT
BATTERY CONNECTOR
N1600
PM7540_POWER_3_3
N1500
MSM7227

检修示意



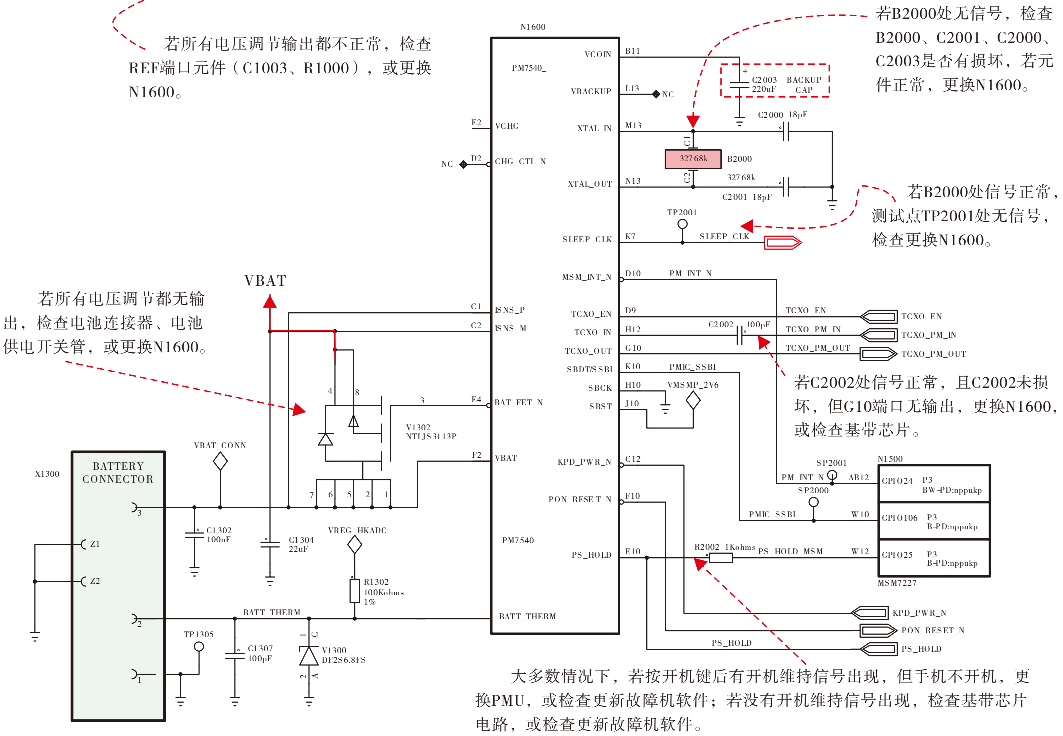
若仅是某个电压调节输出电源不正常，检查相应输出电源线路有无对地短路现象。若有，检查相应线路上的电容。若没有短路现象，检查更换PMU芯片N1600。



参照示例一的检修，做出VMSMC1电源无输出的检修操作。

若所有电压调节输出都不正常，检查REF端口元件（C1003、R1000），或更换N1600。

若B2000处无信号，检查B2000、C2001、C2000、C2003是否有损坏，若元件正常，更换N1600。



若B2000处信号正常，测试点TP2001处无信号，检查更换N1600。

若所有电压调节都无输出，检查电池连接器、电池供电开关管，或更换N1600。

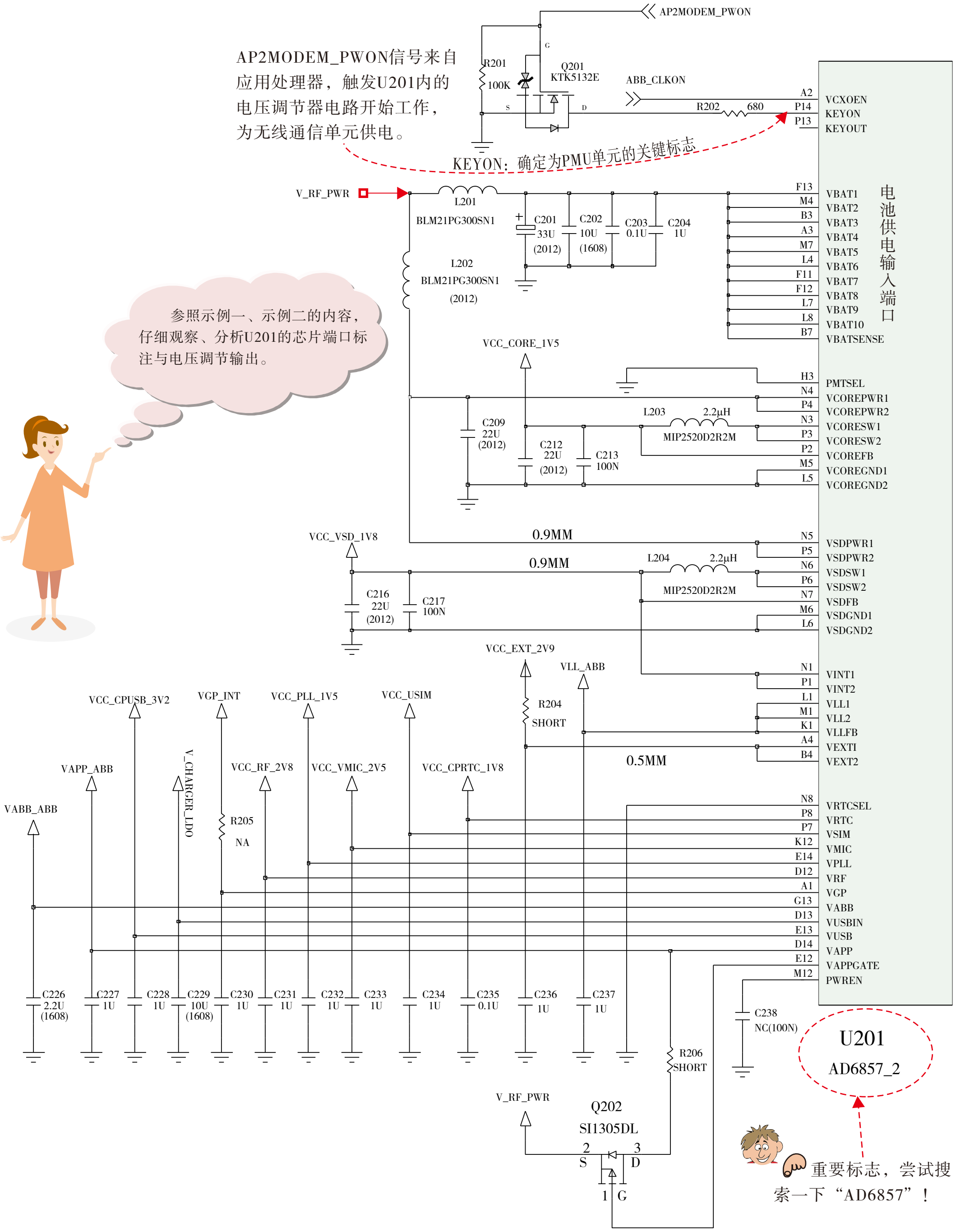
若C2002处信号正常，且C2002未损坏，但G10端口无输出，更换N1600，或检查基带芯片。

大多数情况下，若按开机键后有开机维持信号出现，但手机不开机，更换PMU，或检查更新故障机软件；若没有开机维持信号出现，检查基带芯片电路，或检查更新故障机软件。

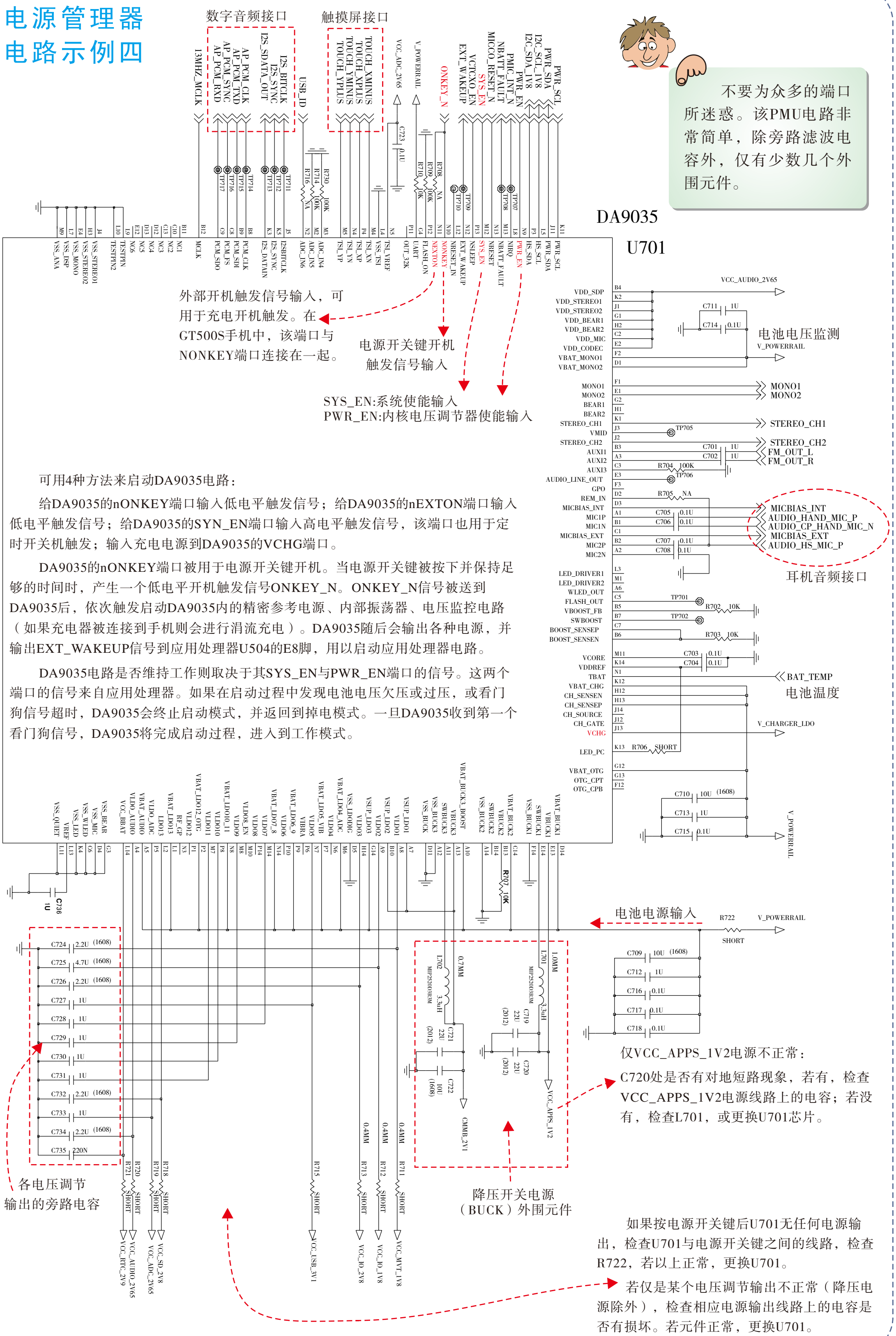
电源管理器电路示例三

LG GT500S手机使用两个电源管理器：AD6857与DA9053。AD6857是ADI的复合模拟基带处理器。AD6857 包括模拟基带和电源管理功能。

电源管理器DA9035 用于应用处理器基带，覆盖PXA935、NAND存储器、蓝牙、GPS、CMMB、相机和TCXO电源。



电源管理器电路示例四



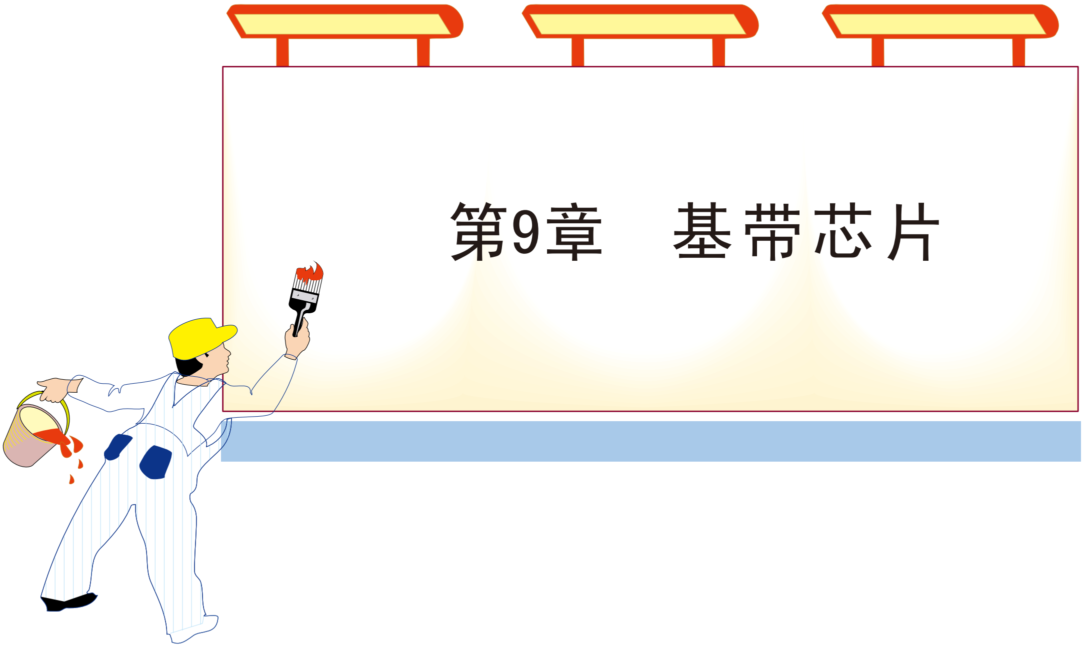
可用4种方法来启动DA9035电路：

给DA9035的nONKEY端口输入低电平触发信号；给DA9035的nEXTON端口输入低电平触发信号；给DA9035的SYN_EN端口输入高电平触发信号，该端口也用于定时开关机触发；输入充电电源到DA9035的VCHG端口。

DA9035的nONKEY端口被用于电源开关键开机。当电源开关键被按下并保持足够的时间时，产生一个低电平开机触发信号ONKEY_N。ONKEY_N信号被送到DA9035后，依次触发启动DA9035内的精密参考电源、内部振荡器、电压监控电路（如果充电器被连接到手机则会进行涓流充电）。DA9035随后会输出各种电源，并输出EXT_WAKEUP信号到应用处理器U504的E8脚，用以启动应用处理器电路。

DA9035电路是否维持工作则取决于其SYS_EN与PWR_EN端口的信号。这两个端口的信号来自应用处理器。如果在启动过程中发现电池电压欠压或过压，或看门狗信号超时，DA9035会终止启动模式，并返回到掉电模式。一旦DA9035收到第一个看门狗信号，DA9035将完成启动过程，进入到工作模式。

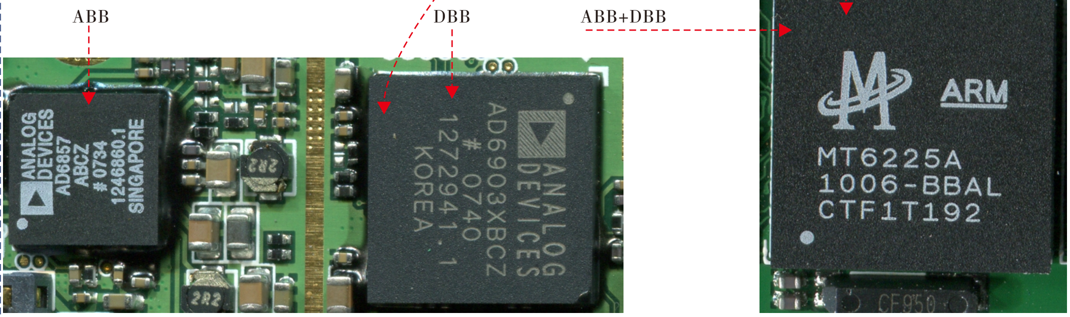
第9章　基带芯片

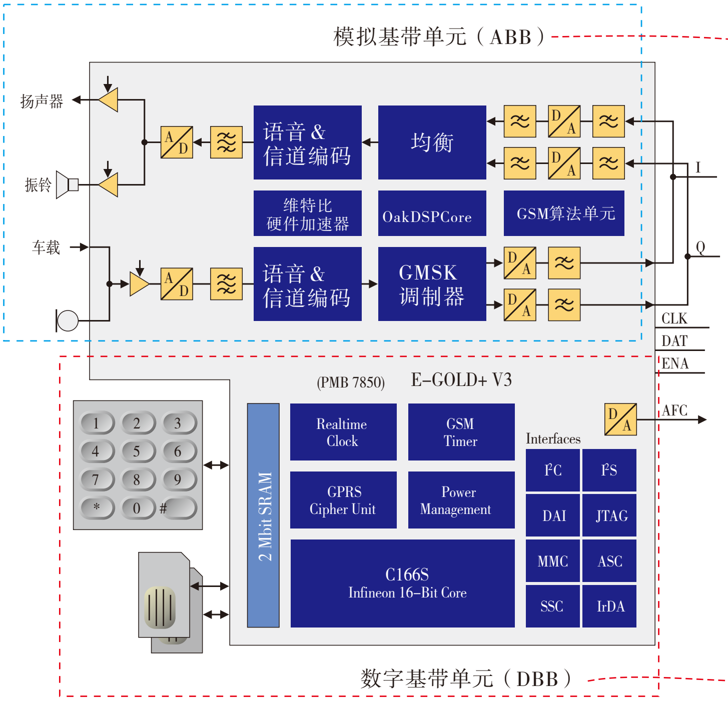


9.1　基带处理器

基带处理器包含模拟基带（ABB，Analog BaseBand）与数字基带（DBB，Digital BaseBand）两个方面。

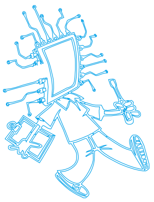
模拟基带与数字基带可能分别封装（两芯片方案），也可能集成在一起（单芯片方案）。





模拟基带处理器（ABB）主要提供语音处理与ADC（如附件接入检测）、DAC（如AFC）处理。

数字基带通常执行多种功能：如系统控制、通信控制、身份验证、射频监测、工作模式控制、人机界面接口。并提供与PC、外部调试设备的通信接口，如JTAG接口等。



不论是在手机电路板中还是在电路图中，都可通过标注的型号来识别基带芯片。例如，AD6528、AD6532、DB3150、DB2030等是数字基带芯片，AD6857、AD6555、AB3000，TWL3014等是复合模拟基带芯片（PMU+ABB），MT6225、MT6228、MSM6820、MSM7200、PMB7880、PMB8875等是单芯片基带处理器。

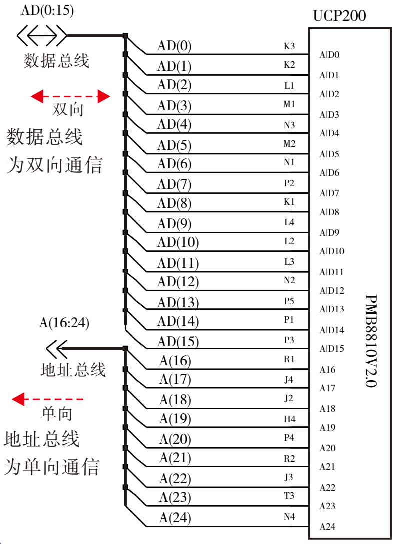
基带芯片内部很复杂，其信号端口很多，不要因此被迷惑。从维修的角度，利用“黑盒子”法看其即可。

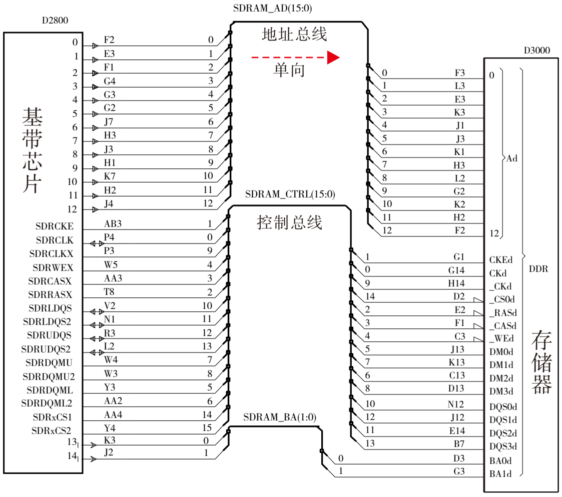
基带芯片就是一个加工厂，从接收的角度看，进去的是接收基带信号，出来的是多媒体信号；从发送的角度看，进去的是文字、语音、视频等信息，出来的是发射基带信号；从控制的角度看，进去的是按键、传感器信号，出来的是控制信号。

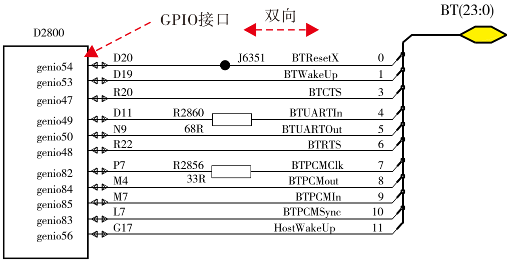
基带芯片通常是直接或通过RC电路连接到存储器、射频或电源等芯片。基带芯片与送话器、受话器、传感器等终端器件之间通常也是一些RLC电路。

相同性质的一组信号端口组成一组总线接口。

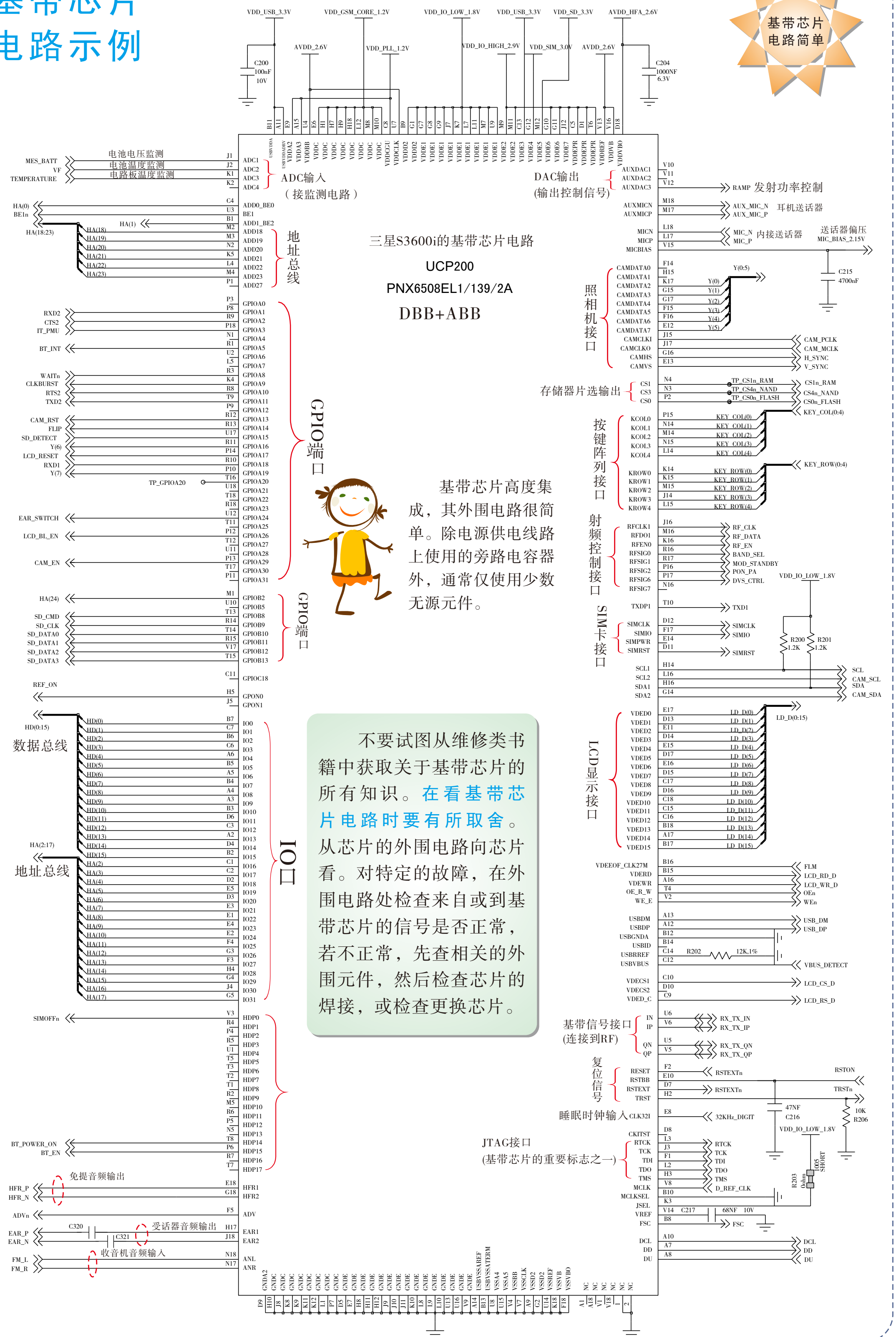
不同的电路图中基带芯片端口的标注可能不同，关键要注意按键接口、地址与数据总线接口在同一个芯片上。







基带芯片电路示例



基带芯片高度集成，其外围电路很简单。除电源供电线路上使用的旁路电容器外，通常仅使用少数无源元件。

不要试图从维修类书籍中获取关于基带芯片的所有知识。**在看基带芯片电路时要有所取舍**。从芯片的外围电路向芯片看。对特定的故障，在外围电路处检查来自或到基带芯片的信号是否正常，若不正常，先查相关的外围元件，然后检查芯片的焊接，或检查更换芯片。

基带芯片的信号端口很多，与许多电路单元相关联，很难仅根据某个信号端口信号来判断芯片是否损坏。

检修基带芯片电路时，应注意以下事项。

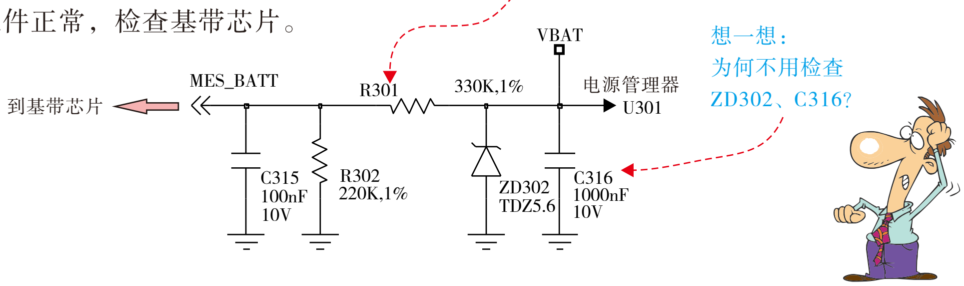
（1）注意基带芯片的供电是否正常。若某个供电不正常，检查相应供电线路是否有对地短路现象。若有短路现象，检查相应供电线路上的旁路电容；若无短路现象，检查相应的电源电路。

（2）检查输入的系统时钟是否正常。若不正常，检查参考振荡及其相关电路。检查输入的系统复位信号是否正常。若不正常，检查电源管理器。

（3）检查输出的时钟与复位信号是否正常。若输入的时钟与复位信号正常，且输出线路无短路现象，一般检查更换基带芯片。

（4）信号线直接相连（主要是地址线、数据线），信号线上没有任何元件：注意芯片焊接是否良好，信号线是否断路。这一类的检查应放在最后一步。

（5）信号端口为输入的，先检查外围电路。若外围电路正常，再检查基带芯片。例如，机器总是低压告警，或电池消耗快，通常应注意检查电池电压监测电路（参见前面的示例电路图）：检查电阻R301、R302与电容C315是否有损坏。若元件正常，检查基带芯片。



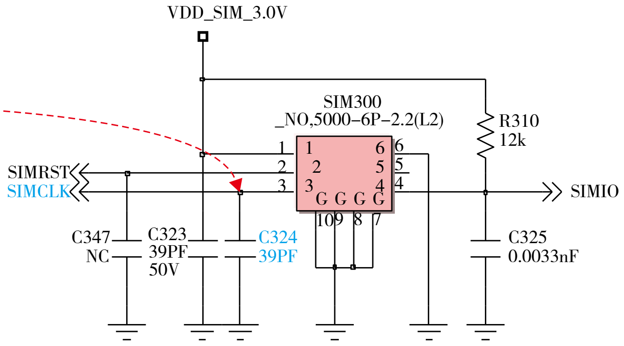
（6）信号端口为输出的，检查输出信号线路是否有对地短路现象（信号线上若有旁路电容的话）。若有短路，先检查电容。若输出信号线无短路现象，检查基带芯片。如接收无声音（参见前面的示例电路图）：开机，按数字键，检查电容C320、C321处音频信号是否正常。若不正常，检查更换基带芯片；若信号正常，检查外部的音频放大、传输电路。

再如，SIM卡故障：

检查SIM卡卡座是否良好，检查SIM卡时钟是否正常。

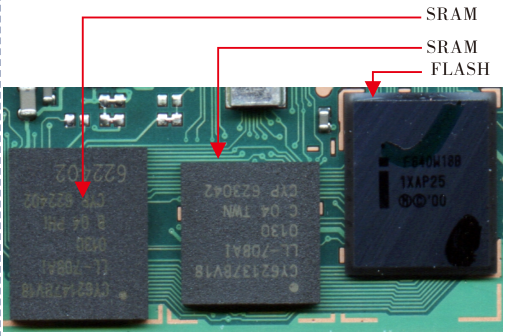
若SIM卡时钟不正常，检查C324是否有损坏。若元件正常，检查更换基带芯片。

SIM卡复位与数据线信号呢？

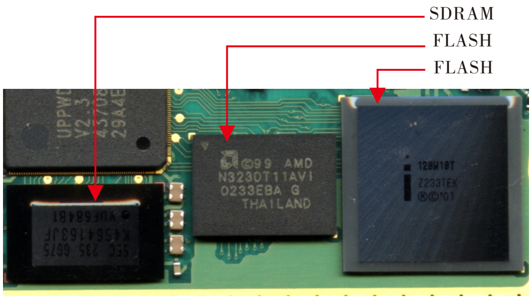


9.2　存储器

手机可以说是一个微型的计算机系统，有显示、键盘以及送话、受话、铃声及无线接口等输入输出接口。除数字基带信号处理器中的处理器内核外，存储器是单片机系统的主要部分，运行的程序需要存储器，处理数据需要存储器，存储数据也需要存储器。没有存储器，系统无法工作。

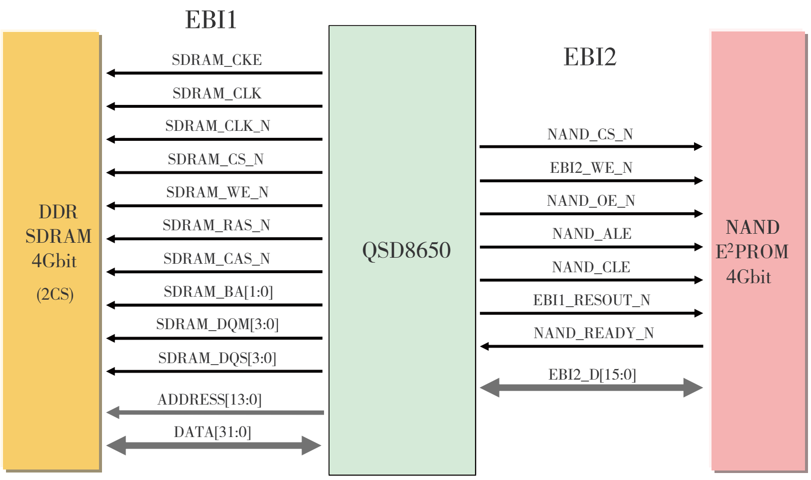


摩托罗拉V60手机中的存储器



诺基亚7650手机中的存储器

对于手机电路板中的存储器，可通过在网上查询其型号来判断是否是存储器。在手机电路图中，存储器通常有许多地址线、数据线，有片选、复位以及其他一些存储器控制信号。存储器通常只与数字基带信号处理器连接。

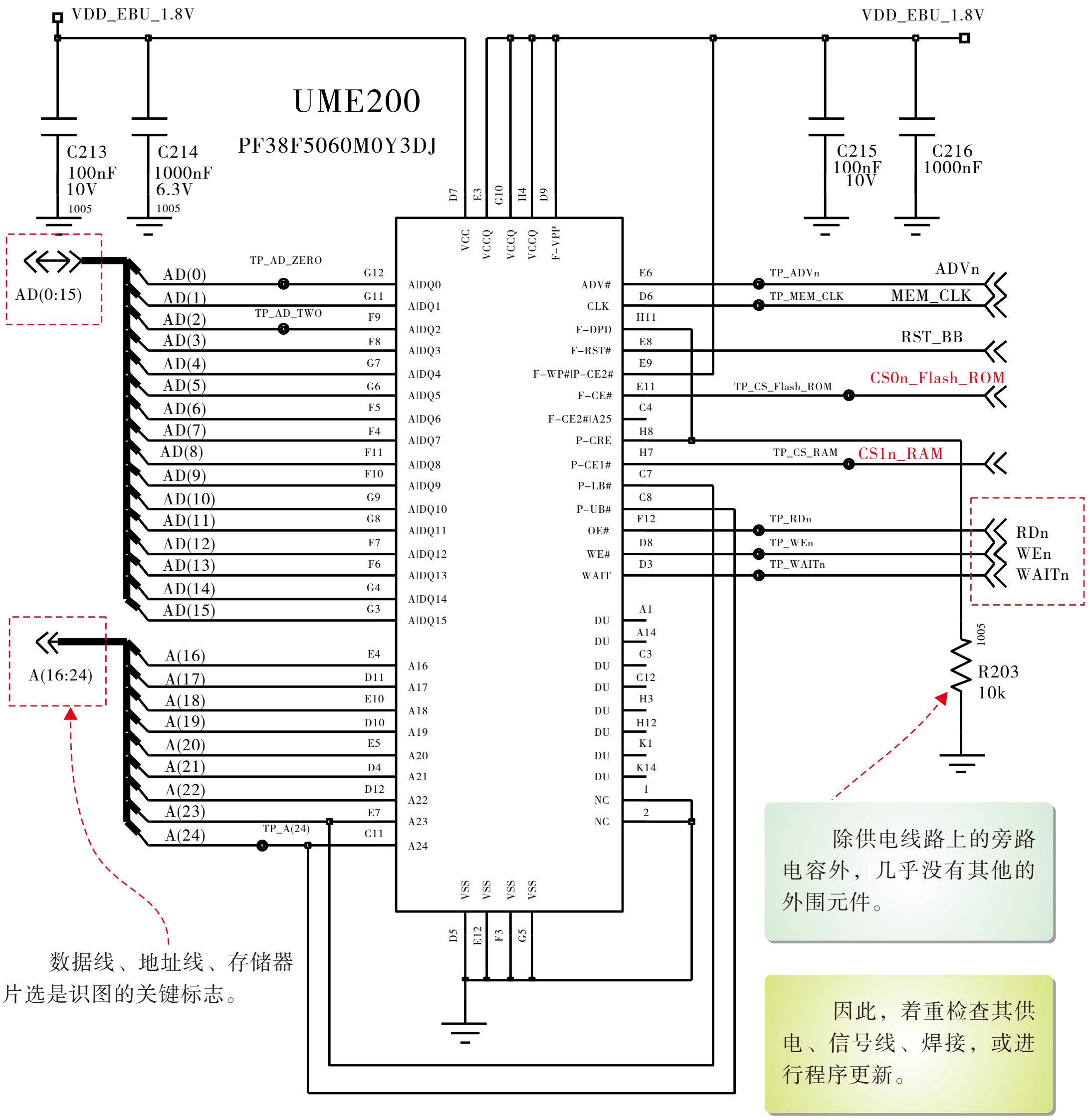


LG C900手机中存储器与基带芯片的连接方框图

存储器电路图中通常会有RAM、FLASH、DDR、SDRAM或 NAND等标注。

存储器电路示例

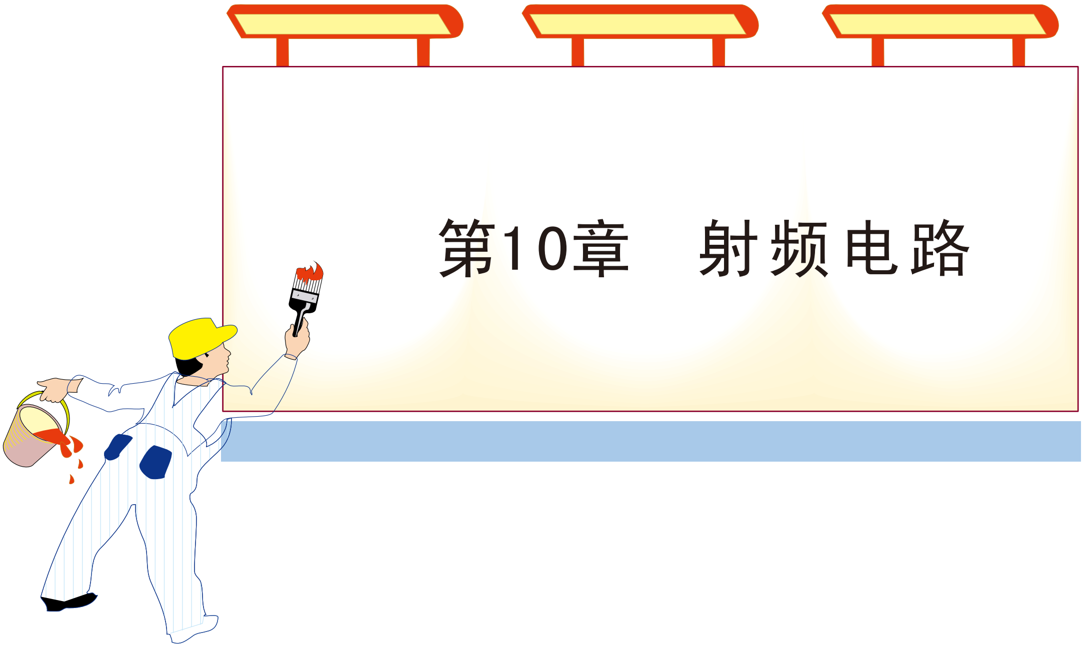
三星E2530的存储器电路



存储器损坏或电路不正常会导致手机出现不开机或软件方面的故障。条件允许的话，可先对故障机进行不拆机的软件更新处理，看能否解决问题。

在检修存储器电路时，主要是考虑存储器的供电是否正常。存储器的焊接是否良好，存储器与基带芯片之间的信号线是否有断线。若两个方面都没有问题，应考虑更换存储器。在更换某些存储器时，应注意焊接温度。

第10章　射频电路



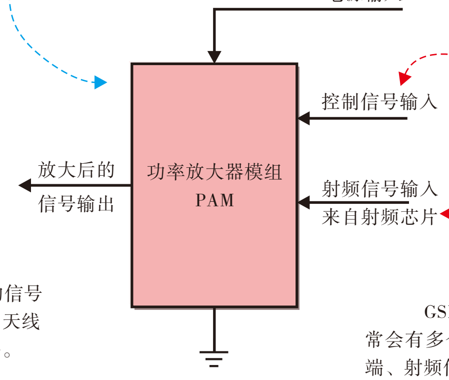
10.1　功率放大器电路

前面已对功率放大器模组（PAM）进行了一些简单的介绍。如今手机中的功率放大器（PA）电路已非常简单，功率放大、功率控制、功率检测等电路都被集成在PAM内。我们在电路图中看到的PA电路其实仅仅是功率放大器输入、输出信号线路，而这些信号线路通常是R、L、C电路。

虽然GSM、CDMA2000、TD-SCDMA、WCDMA系统对发射功率放大器的技术要求各不相同，但从PAM电路组成上看，并没有大的区别。

对于功率放大器电路，
可以用下面的方框图来简单描述：

WCDMA功率放大器通常会有一个专门的电源电路，GSM、CDMA2000、TD-SCDMA功率放大器则通常由电池电源直接供电。

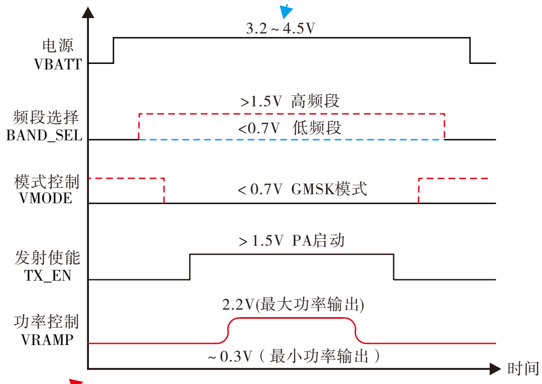


控制信号可能包括功率控制参考信号、PA模式控制、频段切换控制、PA启动控制等。控制信号可能来自射频芯片，也可能来自基带处理器。功率控制参考信号通常来自模拟基带处理器，其他的控制信号可能来自射频或数字基带处理器。

功率放大器输出的信号经天线电路到天线，由天线转化为电磁波辐射出去。

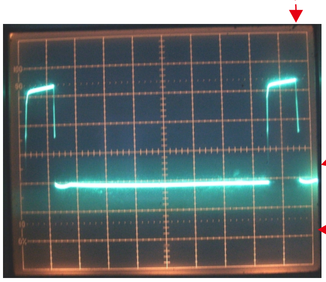
GSM功率放大器通常会有多个射频信号输入端、射频信号输出端。

功率放大器模组RF3159在GMSK模式时控制各端口的信号



功率放大器电路中的控制信号不是同时出现的，而是按一定的时序出现的。对于维修人员来说，无须关注PA控制信号的时序，关键在于检查有没有信号，信号的幅度是否正常，信号波形是否正常。

一个GSM手机中的VAMP信号



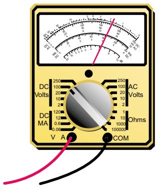
理想——实际：有差异

实际中检测到的控制信号波形与所使用的设备、设备的设置、检测时机有很大的关系。技术书籍中的信号波形图仅起参考作用。

检修PA电路

通常，可用电流法、电压法、波形法来检修PA电路；如果PA电路在工作，但怀疑其工作不正常，用频谱法、波形法检修相对容易。

需注意的是，PA电路并不是任何时候都对信号进行放大。手机中功率放大器的功率级别与手机、基站之间的距离相关。手机基带系统将系统的功率控制信号转化为功率放大电路的功率控制信号（如RAMP信号）。功率控制信号通过调整功率放大器的偏压来调整功率放大器的输出功率。对于PA电路而言，不能单凭PA输出端的信号幅度比PA输入端的信号幅度小，就判断PA电路有问题，应在确定功率控制信号线路正常的前提下检查判断功率放大电路。



用电流法可快速判断功率放大电路是否工作。

利用维修测试软件或手机的紧急呼叫来启动发射机。

给故障机加上外接维修电源，开机。启动发射机，注意观察电源的电流表。在正常情况下，启动发射机后，手机的工作电流应有比较大的变化。

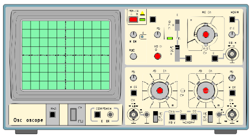
若启动发射机后，手机工作电流变化很小，应该是功率放大电路没有工作。可能是功率放大器损坏，或是功率放大器没有偏压。

若手机的工作电流变化很大（或关机），最大的可能是功率放大器损坏，或是功率放大器的偏压不正常。

若启动发射机后，发射机电流变化在正常范围内，则说明功率放大器基本上在工作，应注意检查发射机的信号产生电路（射频芯片电路）。

频谱法可快速判断PA电路是否工作正常。

电流法只能在某些程度上判断PA电路工作与否，而不能判断PA电路工作正常与否。



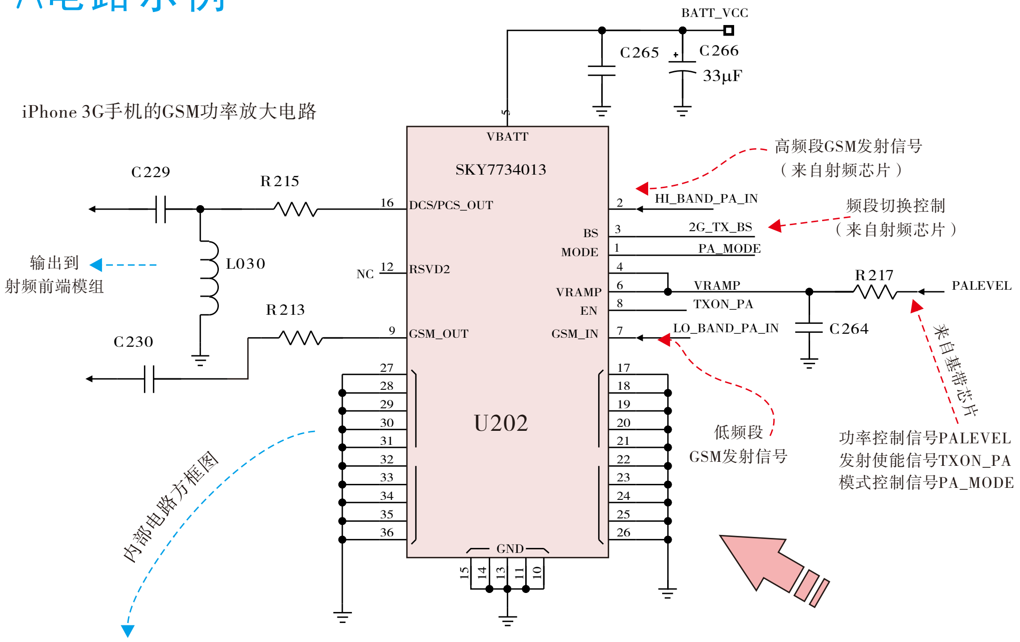
设置好频谱分析仪的中心频率（不同模式手机的中心频率设置不同），扫频宽度25MHz，参考电平为0dBm或10dBm。将频谱分析仪的探头放在天线端口或PA的输出端口，看功率放大器的输出信号是否正常。根据不同的检测结果进行下一步的检修，通常可参照如下的思路：

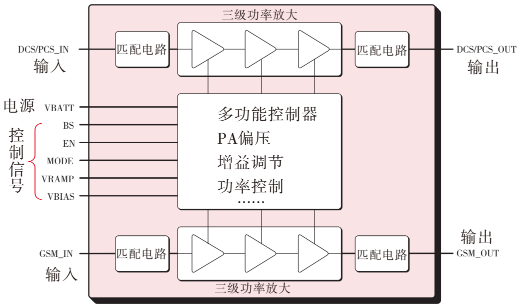
① PA的输出信号频谱正常，但信号幅度太低：检查PA的偏压电路、输入信号线路，或检查更换PA。

② 如果PA输出信号的频谱不正常，首先应检查功率控制信号的波形是否正常，检查发射机的其他控制信号是否正常。比如诺基亚GSM手机中的TXC、TXP信号，具体的应参考相应机器的电路资料。若控制信号正常，检查更换功率放大器。

③ 若输出信号频谱不正常，将PA取下，检查功率PA输入信号的频谱。若输入信号频谱正常，更换PA模组或检查PA的控制信号线路。若输入信号频谱不正常，检查射频芯片电路。

PA电路示例一





GSM发射基带信号经射频芯片电路处理后，得到GSM发射信号。低频段的GSM发射信号被直接送到功率放大器U202的7脚。放大后的信号从U202的9脚输出，经R213、C230和射频前端模组到天线，由天线辐射出去。

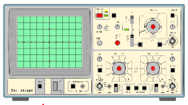
高频段的GSM发射信号被直接送到功率放大器U202的2脚。放大后的信号从U202的16脚输出，经R215、C229和射频前端模组到天线，由天线辐射出去。

射频芯片输出频段切换控制信号，到U202的3脚，控制功率放大器电路的工作频段。

基带芯片输出功率控制信号，经R217到功率放大器U202的6、4脚，控制功率放大器的输出功率。

基带芯片还输出发射使能信号，到功率放大器U202的8脚，控制启动功率放大电路；输出模式控制信号，到功率放大器U202的1脚，控制GSM功率放大器的工作模式。

PA不工作

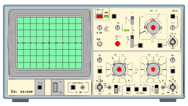


用示波器检查U202的8脚信号是否正常。若不正常，检查基带芯片。

用示波器检查C264出的信号是否正常。若不正常，检查C264、R217是否有损坏。若元件正常，检查基带芯片。

若以上都正常，检查更换U202。

PA不正常



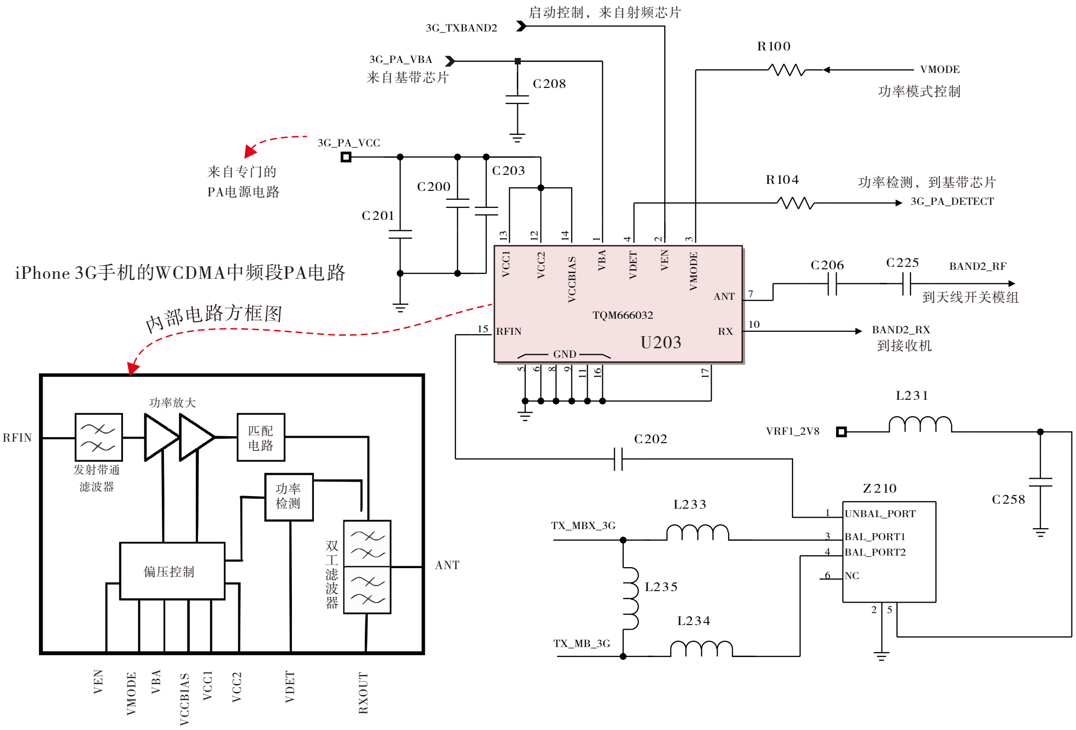
用示波器检查U202的3脚信号是否正常。若不正常，检查射频芯片。

用示波器检查U202的1脚信号是否正常。若不正常，检查基带芯片。

用示波器检查C264出的信号是否正常。若不正常，检查C264、R217是否有损坏。若元件正常，检查基带芯片。

若以上都正常，检查更换U202。

PA电路示例二

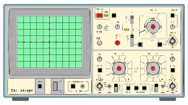


U203的RX端口是WCDMA接收信号端口。专门的电源产生电路输出3G_PA_VCC电源，直接送到U203的VCC1、VCC2、VCCB端口，为功率放大器电路供电。

射频芯片输出双端平衡射频信号，经Z210电路转换后，得到单端非平衡发射信号，该信号经电容C202到功率放大器U203的RFIN端口，进入功率放大电路。

放大后的WCDMA发射信号经滤波后，从U203的天线端口（ANT）输出，经C206、C225到射频前端模组，然后输出到天线，由天线辐射出去。

U203电路同时受射频芯片与基带芯片的控制。功率检测信号被送到基带芯片，基带芯片输出功率控制信号到U203的VBA端口。射频芯片则输出使能信号，到U203的VEN端口。



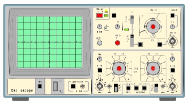
PA不工作

检修操作

检查C200处的电压是否正常。若不正常，检查3G_PA_VCC电源线路上的电容是否有损坏。若元件正常，检查3G_PA_VCC电源电路。

检查U203的2脚信号是否正常。若不正常，检查射频芯片。

若以上都正常，检查更换U203。



PA不正常

检修操作

检查R100、R104、C208是否有损坏。检查L233、L234、C202是否有损坏。

检查L235处的信号是否正常。若不正常，检查射频芯片。

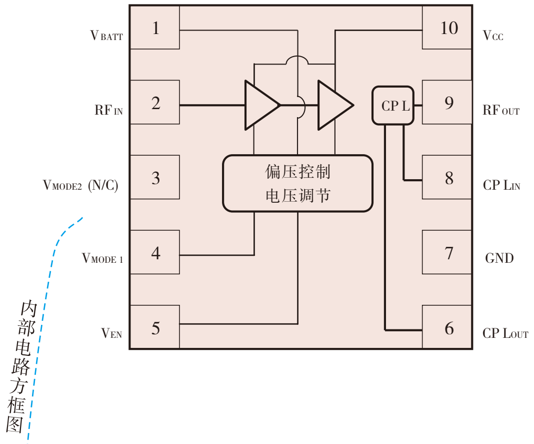
若以上都正常，检查更换U203，或检查基带芯片。

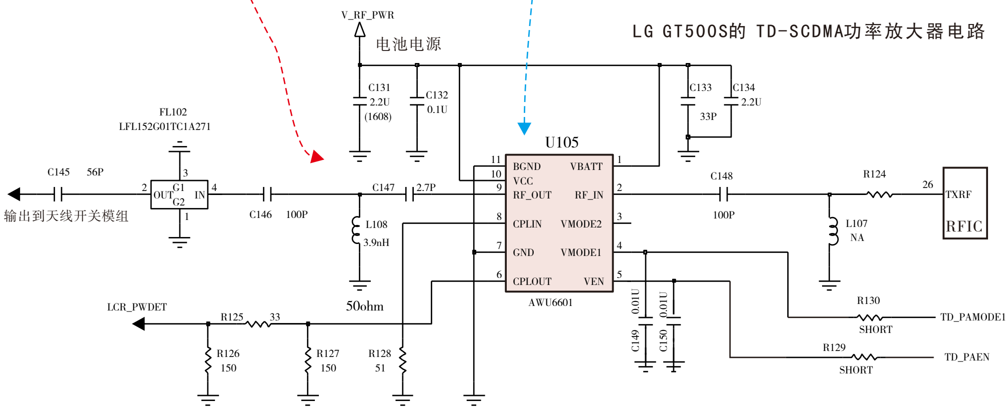
PA电路示例三

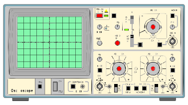
发射基带信号经射频芯片电路处理后，输出TD-SCDMA发射信号。发射信号经R124、C148到功率放大器模组U105的2脚。

发射信号经U105电路放大后，从U105的9脚输出。发射信号经C147、C146、发射滤波器FL102、C145到天线开关模组，然后输出到天线，由天线辐射出去。

U105的6脚输出发射功率检测信号LCR_PWDET。LCR_PWDET信号被送到射频芯片。数字基带处理器输出TD_PAEN、TD_PAMODE1信号来控制功率放大器U105电路的工作。





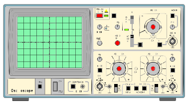


PA不工作

检查C149处的控制信号是否正常。若不正常，检查C149、R130是否有损坏。若元件正常，检查基带芯片。

检查C150处的控制信号是否正常。若不正常，检查C150、R129是否有损坏。若元件正常，检查基带芯片。

若以上正常，检查更换U105。



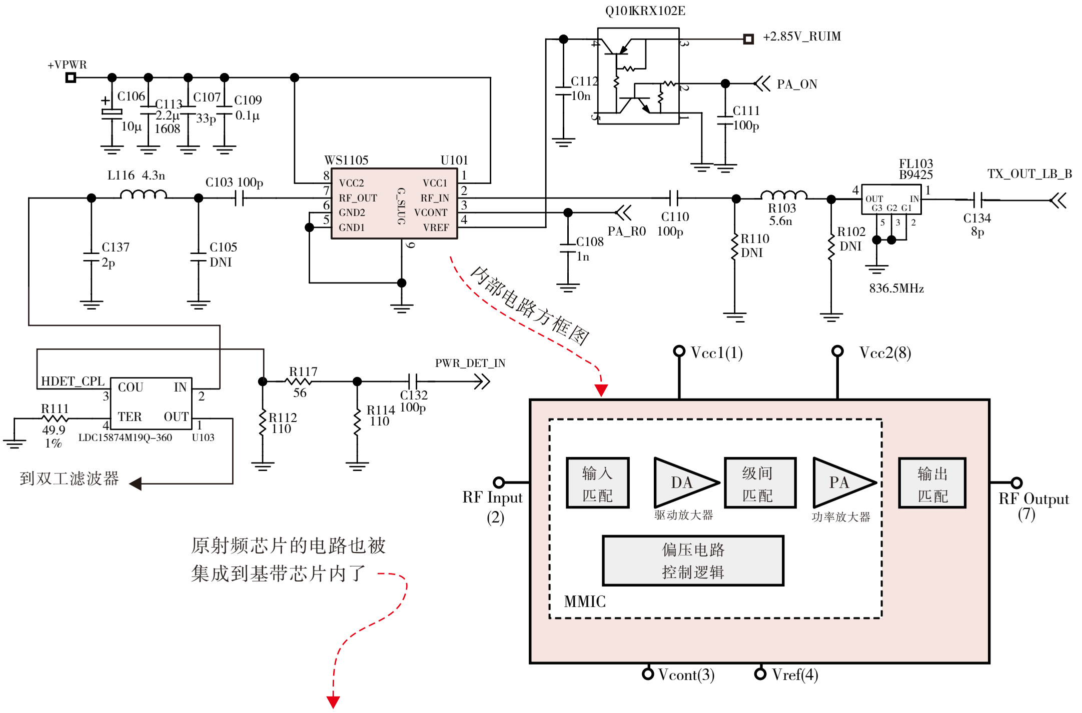
PA不正常

检查C149处的控制信号是否正常。若不正常，检查C149、R130是否有损坏。若元件正常，检查基带芯片。

检查R124～R128、C145～C148是否有损坏。检查R124处信号是否正常。若信号不正常，检查射频芯片电路；若信号正常，检查更换U105。

PA电路示例四

LG KV230手机的CDMA2000功率放大器电路

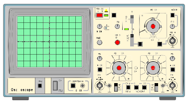


送话器输出的信号在基带芯片内经一系列处理后，基带芯片输出发射射频信号，经C134、FL103、R103、C110到功率放大器模组U101的2脚。

基带芯片输出PA_ON信号到Q101的2脚，Q101的3、4脚导通，2.85V的电源经Q101到U101的4脚，为功率放大器供电。电池电源+VPWR也被直接送到U101电路。

放大后的信号从U101的7脚输出，经C103、L116、U103、FL101、FL104到双工滤波器，然后由天线辐射出去。

U103是一个定向耦合器，U103的3脚输出发射功率检测信号，经R117、C132到基带芯片。基带芯片输出PA_R0信号到U101的3脚，控制U101的输出功率。

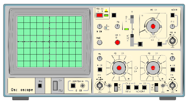


PA不工作

检查C12处的信号是否正常。若不正常，检查C111处的信号是否正常。若信号正常，检查C112、Q101。若信号不正常，检查C111，或检查基带芯片。

检查C108处的控制信号是否正常。若不正常，检查C108是否有损坏。若元件正常，检查基带芯片。

若以上正常，检查更换U101。



PA不正常

检查C134处的信号是否正常。若不正常，检查基带芯片。

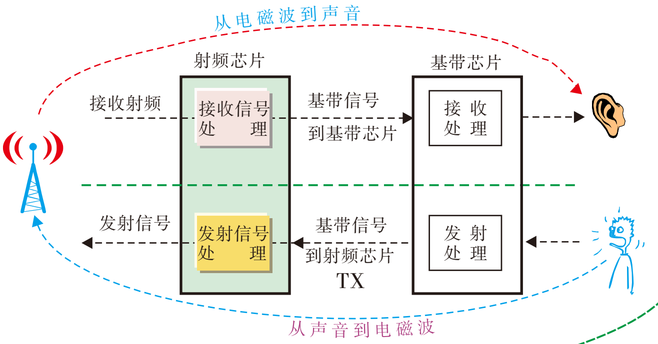
检查C134、R103、C110、L116、R117、C132是否有损坏。检查C108处的控制信号是否正常。若不正常，检查C108是否有损坏。若元件正常，检查基带芯片。

若以上正常，检查更换U101。

10.2 射频芯片电路

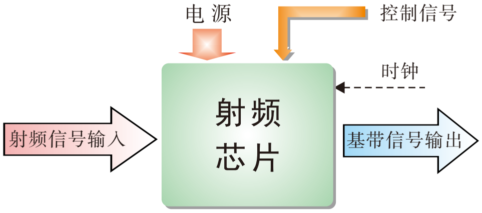
手机中的射频信号处理器（射频芯片）通常都集成了除功率放大器、天线电路的其他所有射频电路。更有一些新型的射频芯片将功率放大器与天线电路也集成到射频芯片内。

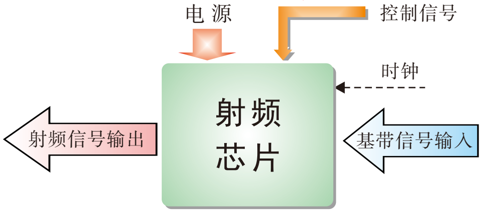
整个手机的信号通道可用下面的方框图描述，射频芯片提供接收与发射射频信号的处理。如今手机内的射频集成电路（芯片）高度集成，芯片的信号端口多，外围电路元件少。从快速学习的角度看，可如此简单地理解射频芯片电路：



在接收方面：输入的是接收射频，输出的是接收基带信号。

在发射方面：输入的是发射基带信号，输出的是发射射频。





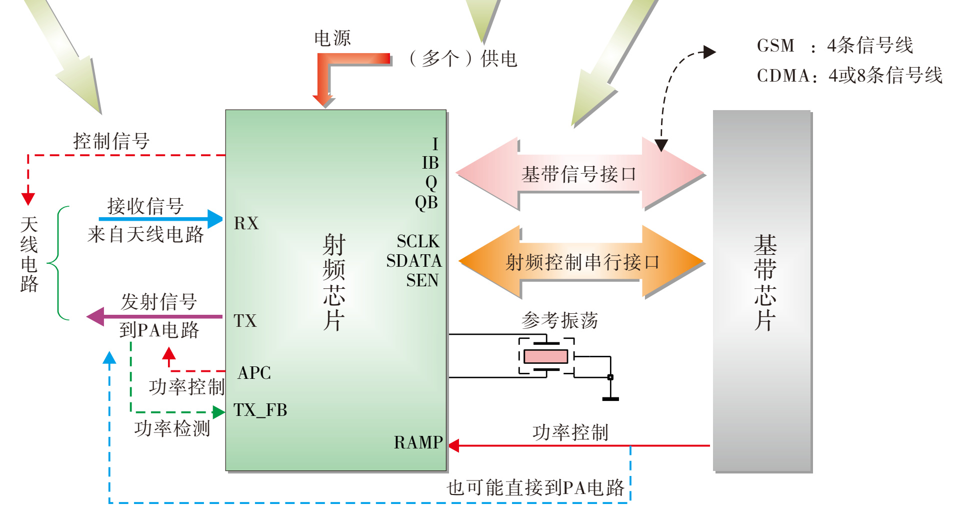
初学者无须关注射频芯片内部电路的组成，应关注射频芯片信号端口线路。

射频芯片的信号端口可分为三个方面：电源方向的端口、基带方向的端口、天线方向的端口。

天线方向的端口包含接收射频信号输入端口、发射射频信号输出端口。一些射频芯片可能输出天线开关电路与功率放大电路的一些控制信号。

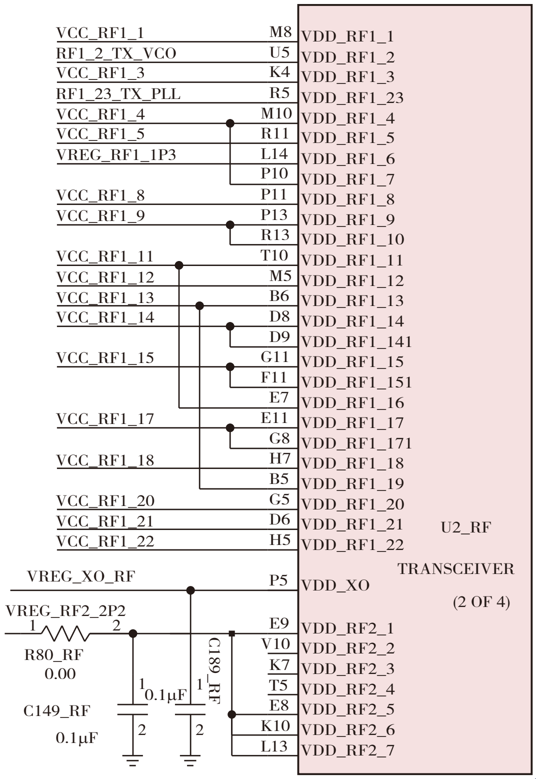
电源方向的端口包含供电输入与接地。芯片的供电通常来自电源管理器或独立的电压调节器。

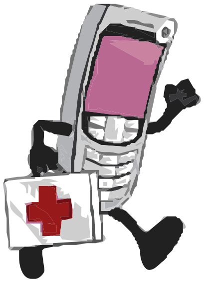
基带方向的端口包含接收与发射基带信号接口、控制信号接口、时钟信号接口。射频芯片旁的参考振荡电路信号通常为基带提供系统主时钟信号。



在电路图中，射频芯片的供电端口、供电电源线路都比较容易识别，通常以字母V开头的英文缩写来标注。右图所示的是iPhone 4S手机内射频芯片的供电端口图，观察一下，你觉得识别这些电源端口难吗？

射频芯片的电源端口直接或经电阻连接到电源电路，其线路上通常仅有电阻（或电感）与电容。





通常可用万用表或示波器在射频芯片供电线路上的旁路电容处检查，看某个电源是否正常。

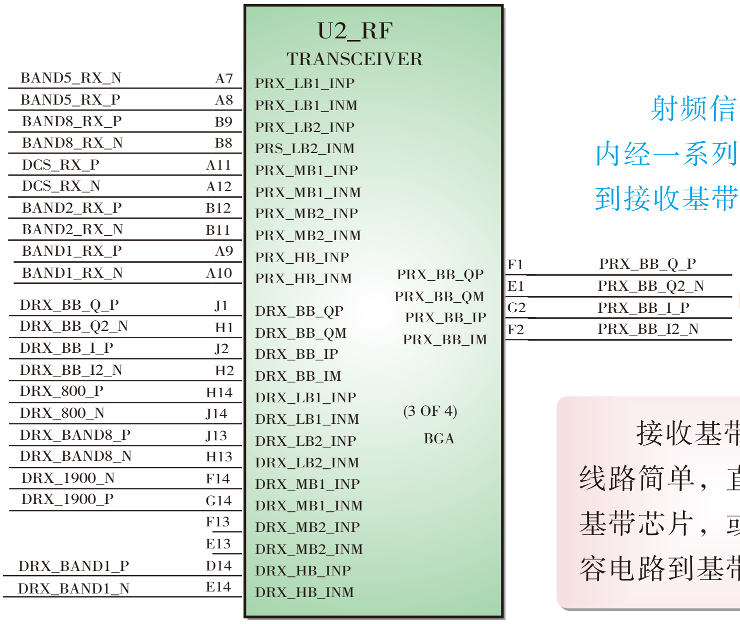
如果检查到某个供电不正常，先检查该线路是否有对地短路。若有，检查该线路上的电容是否损坏。若电容正常，检查射频芯片。若没有短路现象，检查射频芯片与电压调节器之间的线路是否有断线情况。若没有，检查电压调节器电路。

射频输入与基带输出

射频芯片通常会有多个射频信号输入端口，GSM900、GSM850、DCS1800或PCS1900、WCDMA2100、WCDMA900等，这些端口通过RC、LC、RLC或滤波器连接到天线电路。

查找识别射频芯片的这些射频输入端口很简单：这些端口的标注通常是相似的，这些标注中可能含RX、LB、HB、GSM、DCS、PCS、WCDMA、USGSM等。标注中前面相同、末尾分别为N、P或M、P或+、–的，为一对差分射频信号。

下图所示的是iPhone 4S手机内射频芯片接收通道的射频输入、接收基带信号输出端口图。射频芯片左边的端口都是接收射频信号输入端口。

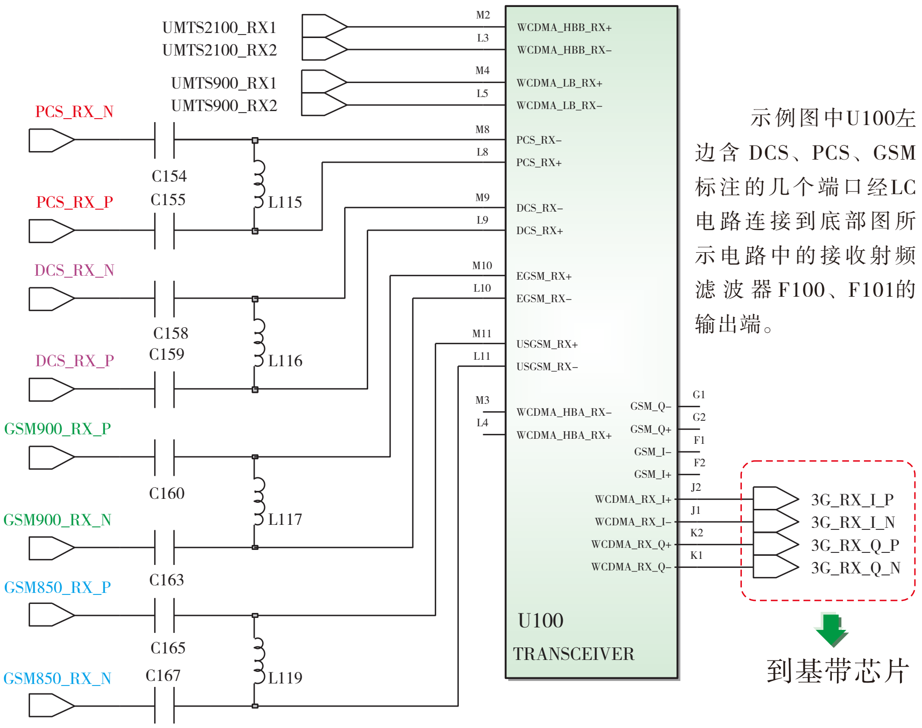


射频信号在芯片内经一系列处理后得到接收基带信号。

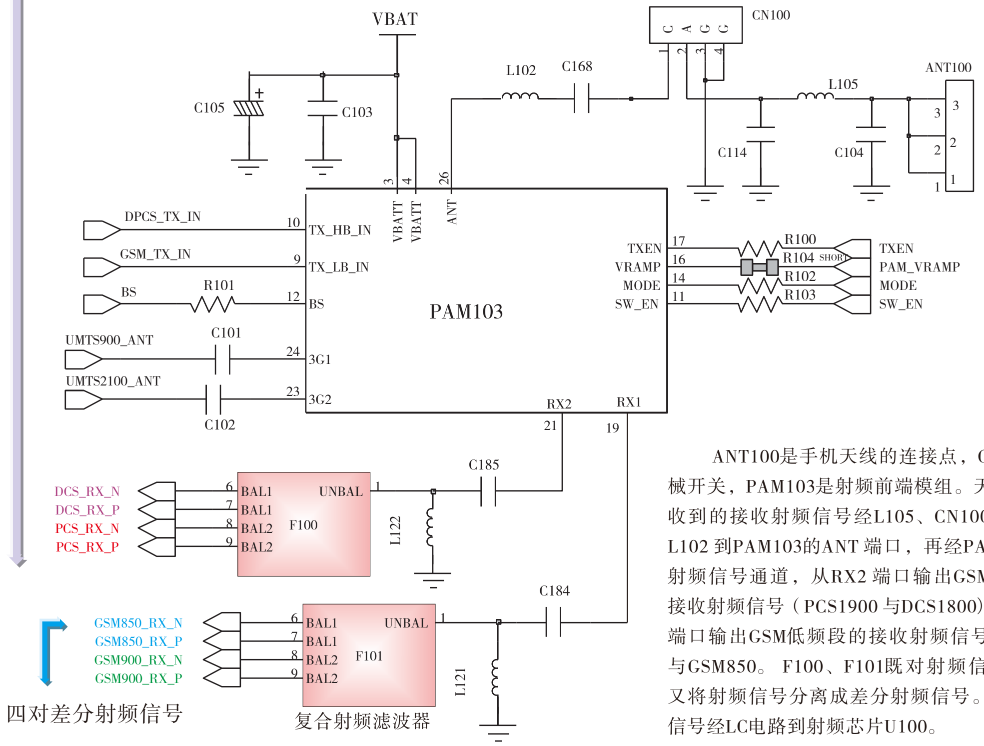
接收基带信号输出线路简单，直接连接到基带芯片，或经电阻电容电路到基带芯片。

射频输入端口的电路很简单，通常是直接连接，或经LC、RC电路连接到天线电路中射频滤波器或天线开关模组、前端模组的输出端口。

示例说明



示例图中U100左边含DCS、PCS、GSM标注的几个端口经LC电路连接到底部图所示电路中的接收射频滤波器F100、F101的输出端。



ANT100是手机天线的连接点，CN100是机械开关，PAM103是射频前端模组。天线感应接收到的接收射频信号经L105、CN100、C168、L102 到PAM103的ANT 端口，再经PAM103内的射频信号通道，从RX2 端口输出GSM高频段的接收射频信号（PCS1900 与DCS1800），从RX1端口输出GSM低频段的接收射频信号EGSM900与GSM850。F100、F101既对射频信号滤波，又将射频信号分离成差分射频信号。差分射频信号经LC电路到射频芯片U100。

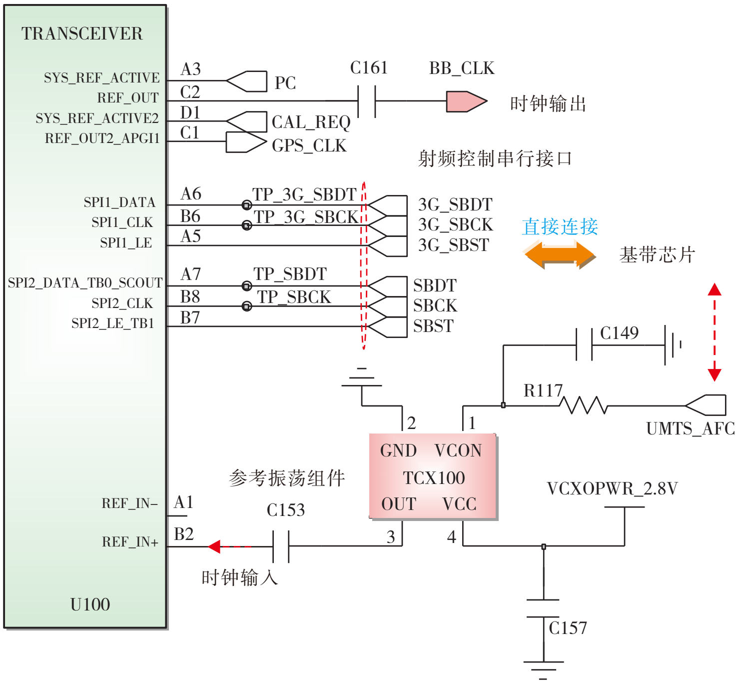
时钟与控制信号端口

系统时钟电路通常被设计在射频单元、靠近射频芯片。系统时钟电路可能采用独立的振荡器组件，也可能采用系统时钟晶体（参见前面相关的内容）。

射频芯片的控制信号端口主要是指射频控制串行接口，该接口通常有三条信号线：使能（或锁存）、数据、时钟。射频控制串行接口的信号来自数字基带，用以控制射频芯片内各单元电路的工作。

除射频控制串行接口外，某些射频芯片中连接到基带电路的、端口标注中含字母EN、ON、LE、STB、RAMP、PAC、APC的也是控制信号端口。其中含RAMP、PAC、APC标注的仅用于射频芯片内发射机电路的控制。

下图所示的是一个示例电路（三星GT-S5780手机内射频芯片的电路局部），其他的手机射频芯片相关电路与之类似。



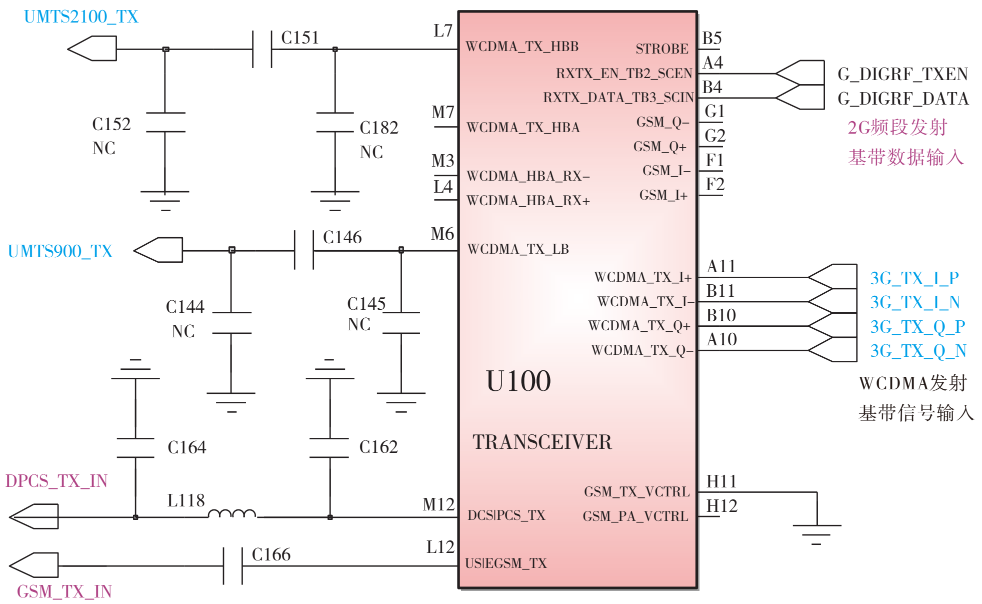
TCX100输出的信号经C153到U100的B2脚。信号除用于U100内的射频电路外，还从U100的C2脚输出系统时钟信号（BB_CLK），经C161到基带芯片；从U100的C1脚输出GPS_CLK信号，到GPS电路。

从上图中可以看到，U100有两个射频串行控制接口，一个是U100的A6、B6、A5脚，用于WCDMA射频电路控制；另一个是U100的A7、B8、B7脚，用于GSM射频电路的控制。其中的SBDT是数据信号，SBST是选通信号（使能），SBCK 是时钟信号。

基带输入与射频输出

射频芯片的发射基带信号输入端口很容易识别，芯片端口或信号线上通常用含字母TX、I、Q的英文缩写来标注。

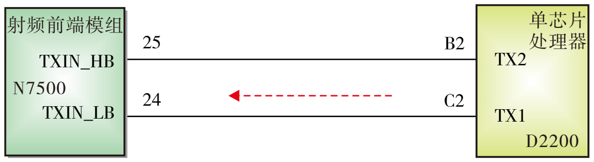
射频芯片基带信号输入线路很简单，基带芯片的基带信号输出端口通常直接连接到射频芯片的基带输入端口，或经RC电路连接到射频芯片的基带输入端口。



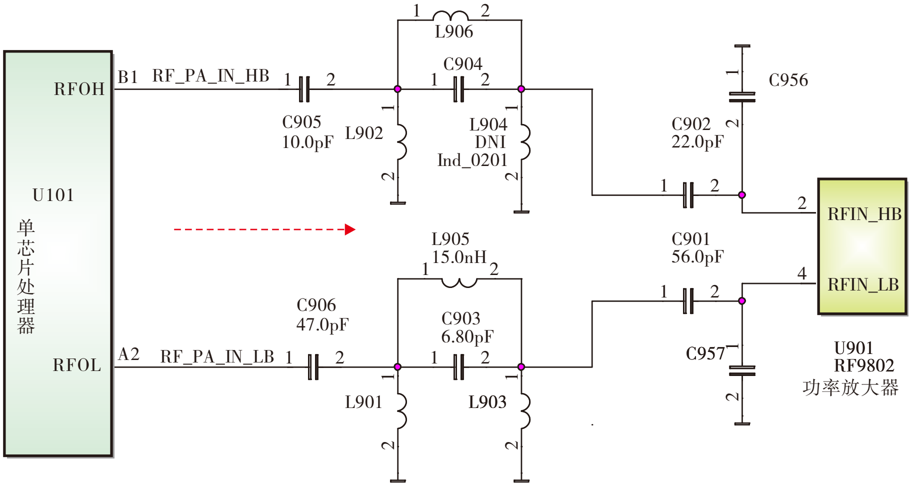
这里所说的射频芯片的输出端口是指发射射频信号输出端口。在电路图中，这些端口通常用含字母TX、RF＋LB、RF+HB或900、1800、1900、GSM、DCS、PCS、 WCDMA、TD等的英文缩写来标注。

输入到射频芯片的发射基带信号（或基带数据信号）经芯片内的发射机电路的一系列处理后，输出发射射频信号。射频芯片输出的发射射频信号被送到功率放大器电路。射频芯片与功率放大器之间通常是直接连接，或经LC、RC电路连接，或经发射滤波器连接。

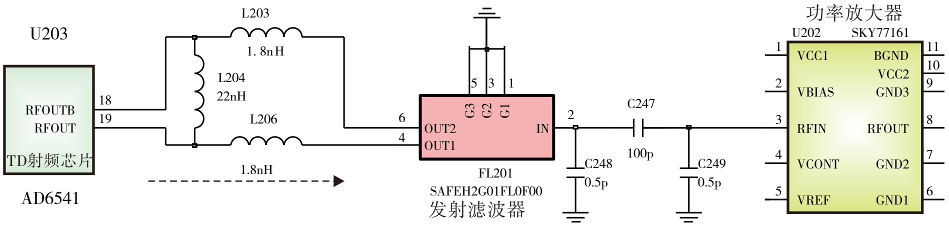
下图所示的是诺基亚Asha 308手机内复合芯片发射信号输出端与功率放大输出端的连接（之间没有任何元件）。



下面两图所示的是射频芯片发射输出端与功率放大器之间的另外两种电路情况，也很简单。请结合前面相关的内容自行分析一下。

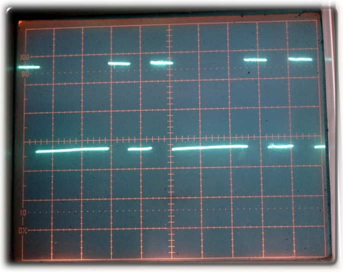


索尼爱立信CK13i手机内射频芯片发射输出与PA输入端的电路连接

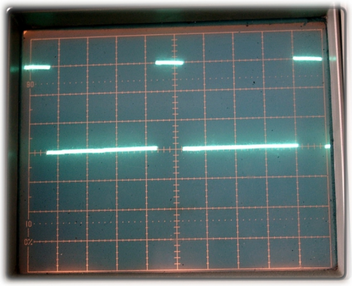


KT878手机的TD-SCMDA射频芯片发射输出与PA输入端的电路连接

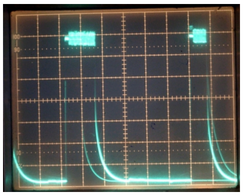
除射频信号外，射频芯片电路中的其他信号，如基带信号、功率控制信号，都可用示波器来检测。



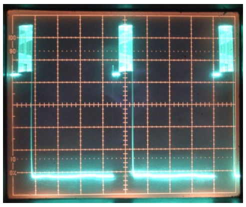
一个天线开关的控制信号



分立基带信号接口中的IQ信号

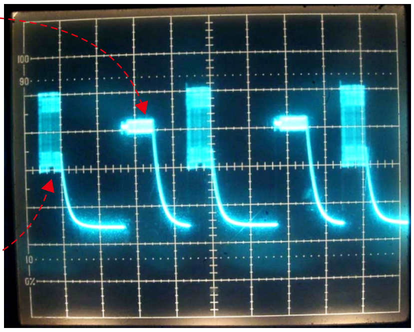


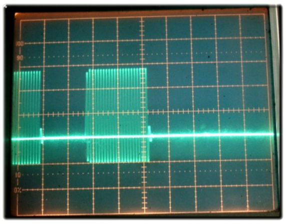
GSM手机的RXIQ



GSM手机的TXIQ

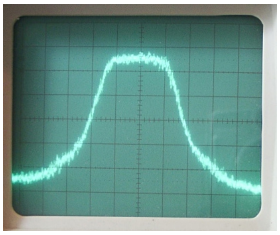
复合基带接口中的IQ信号





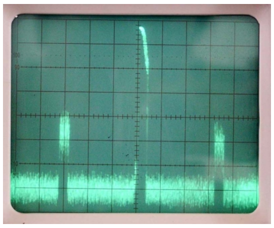
射频控制串行时钟

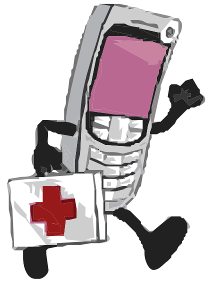
射频控制串行数据



CDMA射频信号频谱

GSM射频信号频谱





“黑盒子”法非常适用于射频芯片电路的检修。

①供电：若某个供电不正常，检查相应供电信号线是否有对地短路现象。若有短路现象，检查该供电线路上的电容；若没有短路现象，检查相关的电源电路。

②基带芯片到射频芯片的控制信号不正常：检查信号线上的元件是否有损坏。若元件正常，检查基带芯片。

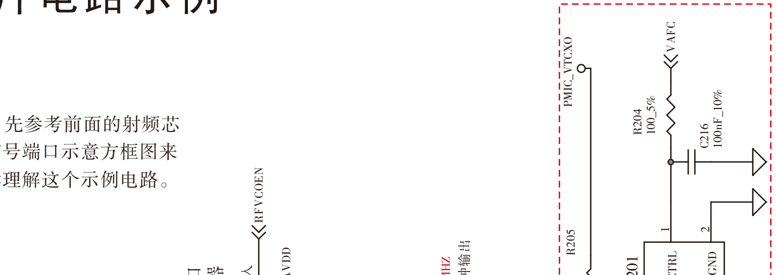
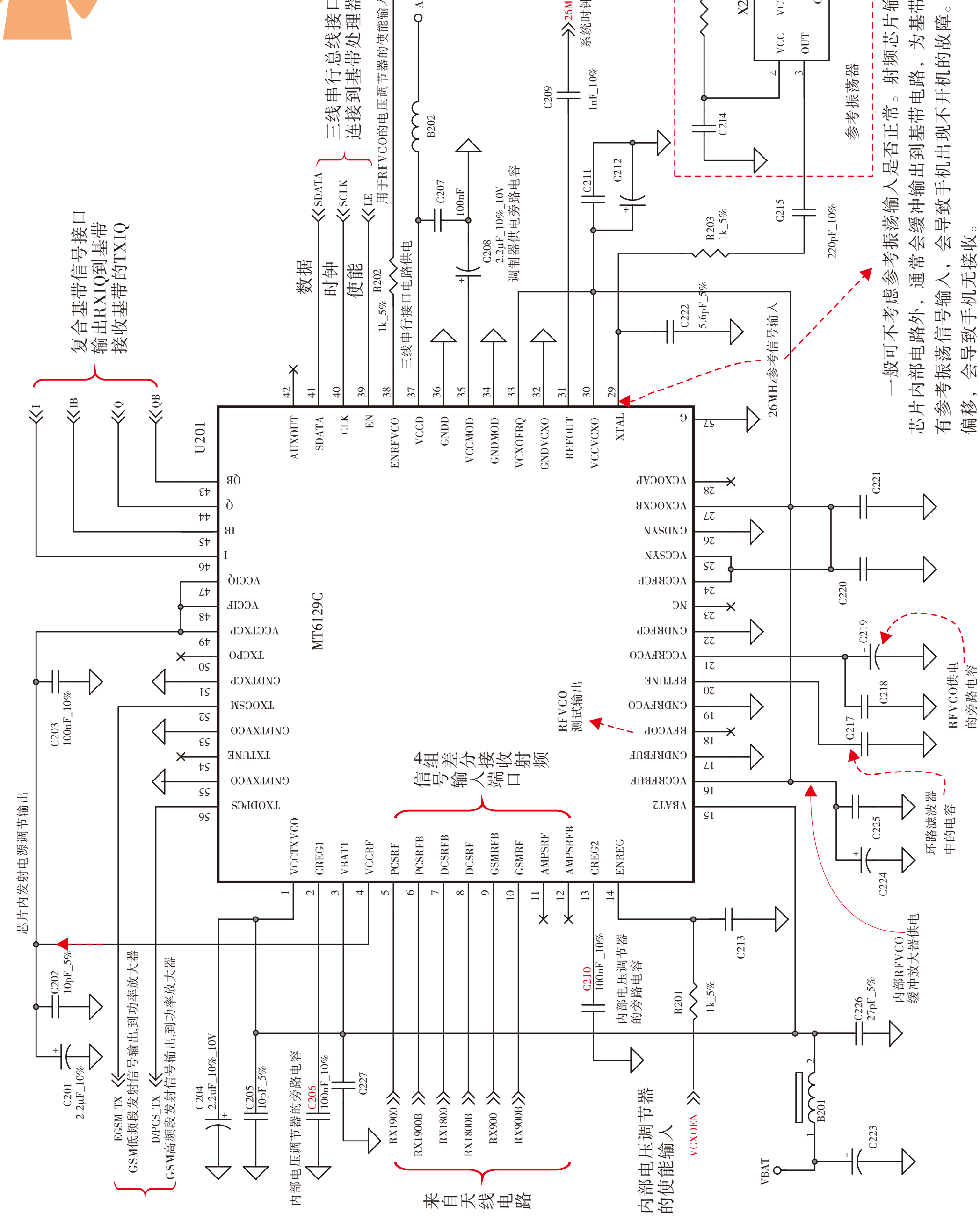
③射频芯片输出信号（天线方向：发射信号或控制信号）不正常：检查①、②项，若①、②项正常，检查射频芯片的外围元件是否有损坏。若元件正常，检查更换射频芯片。

④射频芯片输出信号（基带方向：接收基带信号）不正常：检查天线到射频芯片射频信号输入端之间的线路是否正常。检查①、②项。若以上正常，检查更换射频芯片。

射频芯片电路示例

先参考前面的射频芯片信号端口示意方框图来阅读理解这个示例电路。

LG-GK195的射频芯片电路图

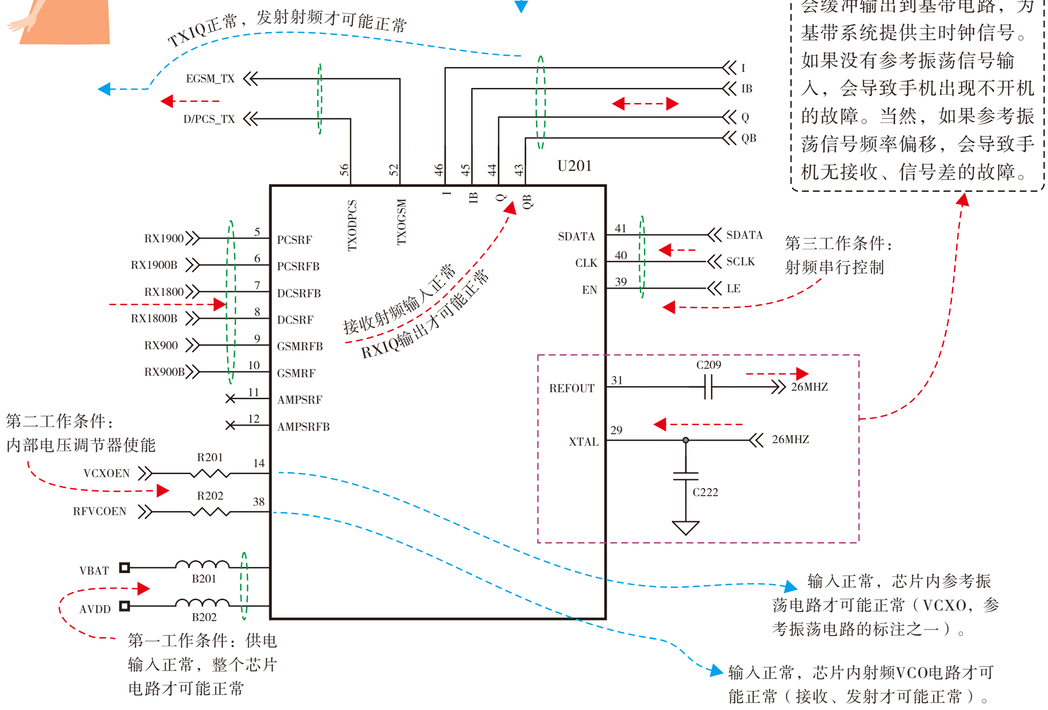



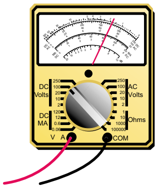
一般可不考虑参考振荡输入是否正常。射频芯片输入的参考振荡信号除用于射频芯片内部电路外，通常会缓冲输出到基带电路，为基带系统提供主时钟信号。如果没有参考振荡信号输入，会导致手机出现不开机的故障。当然，如果参考振荡信号频率偏移，会导致手机无接收。

"黑盒子"法

参考前面的射频芯片信号端口示意方框图，将前面的射频芯片示例电路简化如下：

一般可不考虑参考振荡输入是否正常。射频芯片输入的参考振荡信号除用于射频芯片内部电路外，通常会缓冲输出到基带电路，为基带系统提供主时钟信号。如果没有参考振荡信号输入，会导致手机出现不开机的故障。当然，如果参考振荡信号频率偏移，会导致手机无接收、信号差的故障。





C209处没有26MHz信号输出：

检查C222处信号是否正常。若C222处信号不正常，检查参考振荡电路；若C222处信号正常，检查供电是否正常。若VBAT供电不正常，检查B201与电池接口之间的线路；若AVDD供电不正常，检查相关的电源管理器电路。

若供电正常，检查R201处的控制信号是否正常。若控制信号不正常，检查基带电路；若控制信号正常，检查射频芯片U201外接的旁路电容是否有损坏。若元件正常，检查更换U201。

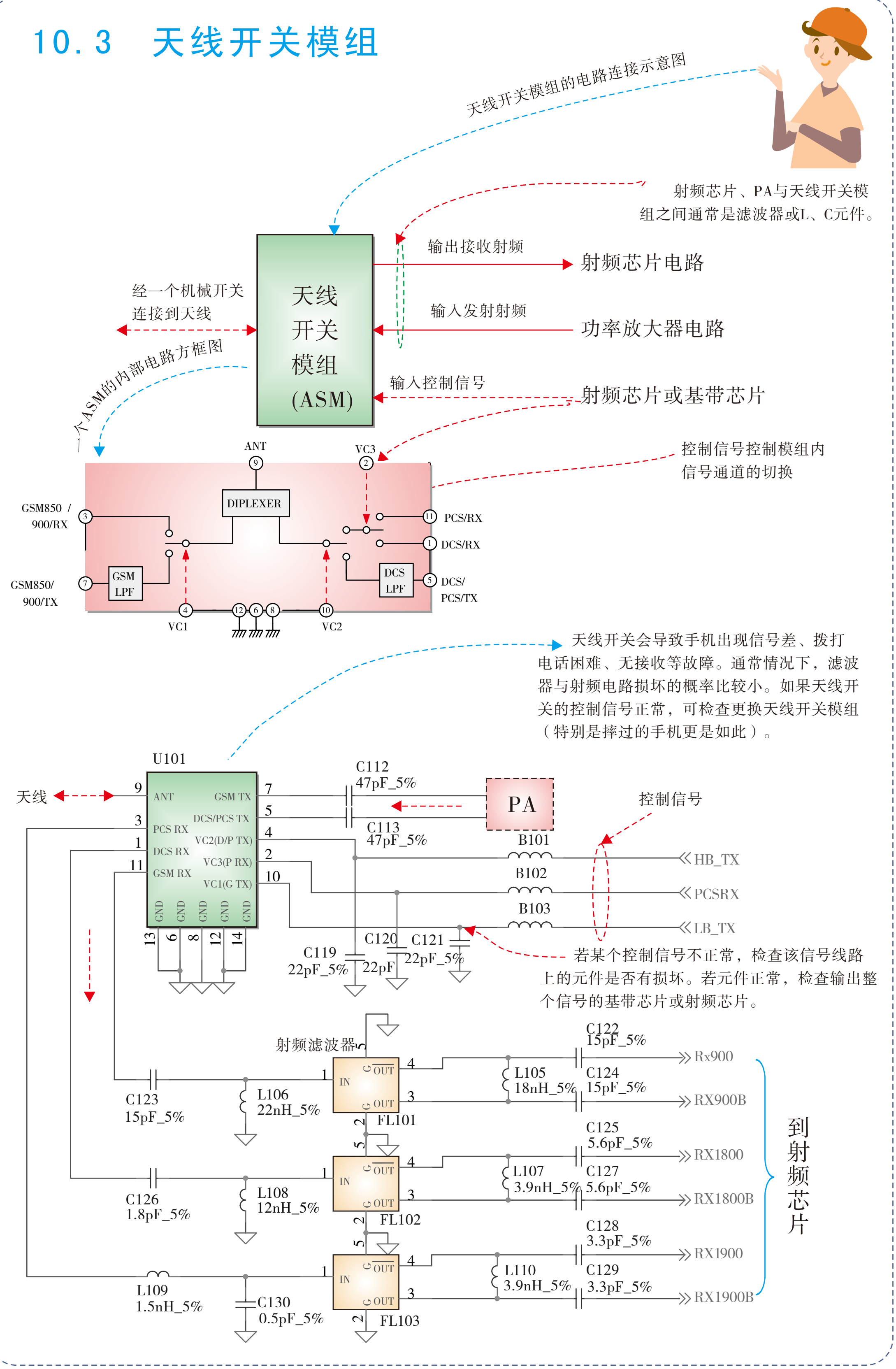
接收基带信号（RXIQ）不正常：

检查射频串行控制接口信号是否正常。若不正常，检查基带芯片电路。检查R202处的控制信号是否正常。如不正常，检查基带芯片电路。检查射频芯片U201的接收射频输入是否正常。若不正常，检查射频芯片与天线开关模组之间的线路，检查天线开关模组电路。若射频输入正常，检查射频芯片U201外接的旁路电容是否有损坏。若元件正常，检查更换U201。

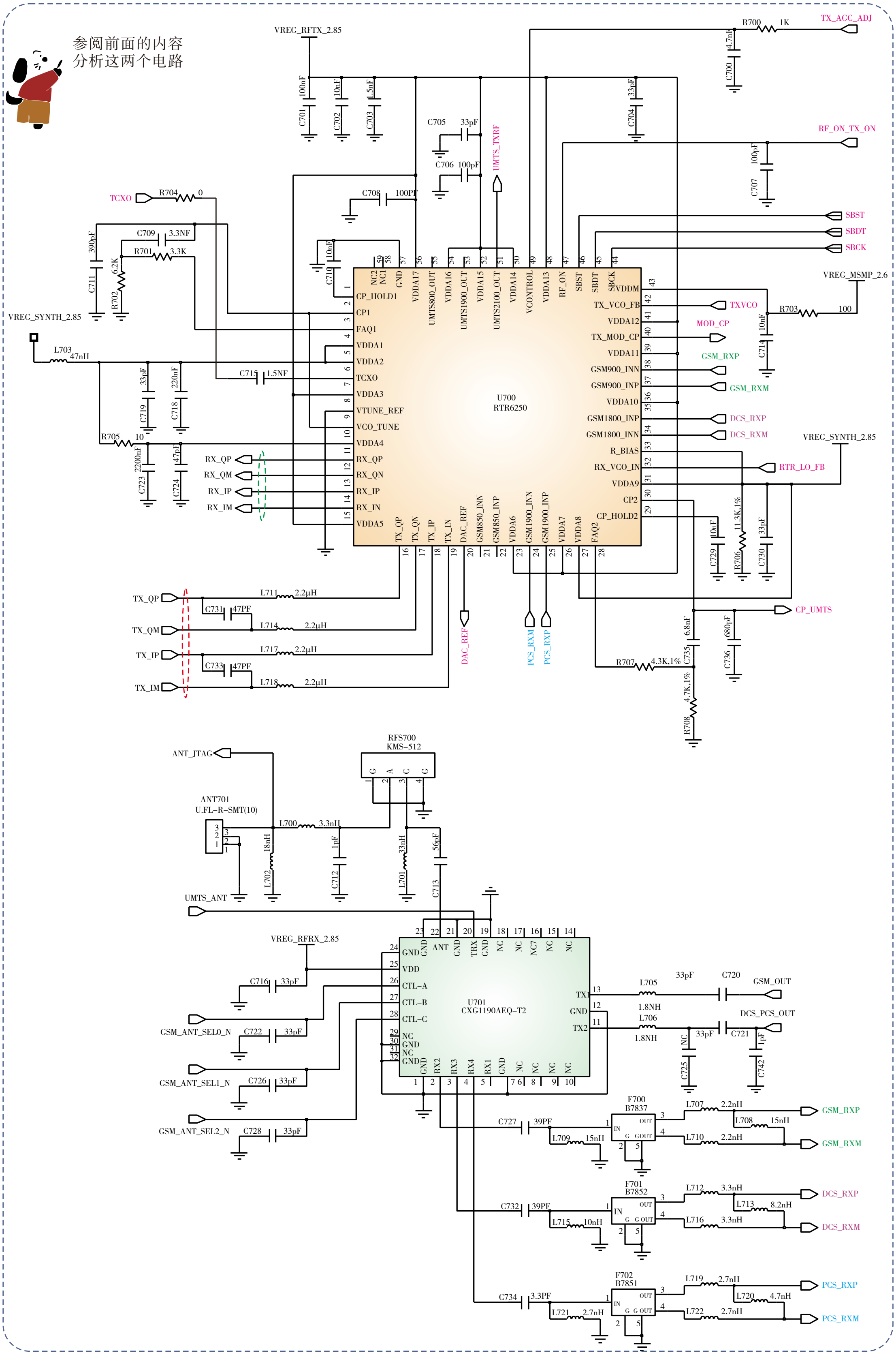
发射输出不正常：

检查发射基带信号（TXIQ）是否正常。若不正常，检查基带芯片电路；若信号正常，检查更换射频芯片。

10.3 天线开关模组



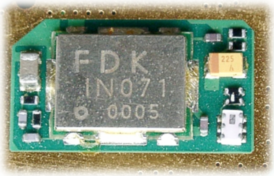
天线开关模组的电路连接示意图
射频芯片、PA与天线开关模组之间通常是滤波器或L、C元件。
天线开关模组(ASM)
输出接收射频
射频芯片电路
输入发射射频
功率放大器电路
输入控制信号
射频芯片或基带芯片
经一个机械开关连接到天线
一个ASM的内部电路方框图
控制信号控制模组内信号通道的切换
ANT
VC3
DIPLEXER
GSM850 / 900/RX
GSM850/ 900/TX
GSM LPF
DCS LPF
PCS/RX
DCS/RX
DCS/ PCS/TX
VC1
VC2
天线开关会导致手机出现信号差、拨打电话困难、无接收等故障。通常情况下，滤波器与射频电路损坏的概率比较小。如果天线开关的控制信号正常，可检查更换天线开关模组（特别是摔过的手机更是如此）。
U101
天线
ANT
GSM TX
DCS/PCS TX
PCS RX
VC2(D/P TX)
DCS RX
VC3(P RX)
GSM RX
VC1(G TX)
GND
C112 47pF_5%
C113 47pF_5%
PA
控制信号
B101
HB_TX
B102
PCSRX
B103
LB_TX
C119 22pF_5%
C120 22pF
C121 22pF_5%
若某个控制信号不正常，检查该信号线路上的元件是否有损坏。若元件正常，检查输出整个信号的基带芯片或射频芯片。
射频滤波器
C122 15pF_5%
Rx900
L105 18nH_5%
C124 15pF_5%
RX900B
C123 15pF_5%
L106 22nH_5%
FL101
IN
OUT
C125 5.6pF_5%
RX1800
L107 3.9nH_5%
C127 5.6pF_5%
RX1800B
C126 1.8pF_5%
L108 12nH_5%
FL102
C128 3.3pF_5%
RX1900
L110 3.9nH_5%
C129 3.3pF_5%
RX1900B
L109 1.5nH_5%
C130 0.5pF_5%
FL103
到射频芯片

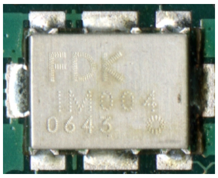

参阅前面的内容
分析这两个电路
VREG_RFTX_2.85
C701 100nF
C702 10nF
C703 1.5nF
C704 33pF
C700 4.7nF
R700 1K
TX_AGC_ADJ
RF_ON_TX_ON
C707 100pF
C705 33pF
C706 100pF
UMTS_TXRF
C708 100PF
TCXO
R704 0
C709 3.3NF
R701 3.3K
C711 390pF
R702 6.2K
C710 10nF
SBST
SBDT
SBCK
VREG_MSMP_2.6
R703 100
C714 10nF
TXVCO
MOD_CP
GSM_RXP
GSM_RXM
DCS_RXP
DCS_RXM
VREG_SYNTH_2.85
RTR_LO_FB
VREG_SYNTH_2.85
L703 47nH
C715 1.5NF
C719 33pF
C718 220nF
R705 10
C723 2200nF
C724 47pF
RX_QP
RX_QM
RX_IP
RX_IM
U700
RTR6250
CP_HOLD1
CP1
FAQ1
VDDA1
VDDA2
TCXO
VDDA3
VTUNE_REF
VCO_TUNE
VDDA4
RX_QP
RX_QN
RX_IP
RX_IN
VDDA5
NC2
NC1
GND
VDDA17
UMTS800_OUT
VDDA16
UMTS1900_OUT
VDDA15
UMTS2100_OUT
VDDA14
VCONTROL
VDDA13
RF_ON
SBST
SBDT
SBCK
SVDDM
TX_VCO_FB
VDDA12
TX_MOD_CP
VDDA11
GSM900_INN
GSM900_INP
VDDA10
GSM1800_INP
GSM1800_INN
R_BIAS
RX_VCO_IN
VDDA9
CP2
CP_HOLD2
TX_QP
TX_QN
TX_IP
TX_IN
DAC_REF
GSM850_INN
GSM850_INP
VDDA6
GSM1900_INN
GSM1900_INP
VDDA7
VDDA8
FAQ2
C729 10nF
R706 11.3K,1%
C730 33pF
CP_UMTS
C735 6.8nF
C736 680pF
R707 4.3K,1%
R708 4.7K,1%
DAC_REF
PCS_RXM
PCS_RXP
TX_QP
TX_QM
TX_IP
TX_IM
L711 2.2μH
C731 47PF
L714 2.2μH
L717 2.2μH
C733 47PF
L718 2.2μH
RFS700
KMS-512
ANT_JTAG
ANT701
U.FL-R-SMT(10)
L700 3.3nH
L702 18nH
C712 1pF
L701 33nH
C713 56pF
UMTS_ANT
VREG_RFRX_2.85
C716 33pF
GSM_ANT_SEL0_N
C722 33pF
GSM_ANT_SEL1_N
C726 33pF
GSM_ANT_SEL2_N
C728 33pF
U701
CXG1190AEQ-T2
GND
VDD
CTL-A
CTL-B
CTL-C
NC
ANT
TRX
RX2
RX3
RX4
RX1
TX1
TX2
L705 1.8NH
C720 33pF
GSM_OUT
L706 1.8NH
C721 33pF
DCS_PCS_OUT
C725 NC
C742 1pF
F700
B7837
C727 39PF
L709 15nH
L707 2.2nH
L708 15nH
L710 2.2nH
GSM_RXP
GSM_RXM
F701
B7852
C732 39PF
L715 10nH
L712 3.3nH
L713 8.2nH
L716 3.3nH
DCS_RXP
DCS_RXM
F702
B7851
C734 3.3PF
L721 2.7nH
L719 2.7nH
L720 4.7nH
L722 2.7nH
PCS_RXP
PCS_RXM

10.4　射频VCO电路

手机射频单元的本振信号都来自射频VCO电路。射频 VCO电路是一个由输入的控制电压来控制电路输出信号频率的振荡电路。

射频VCO电路为接收射频单元、发射射频单元提供本振信号。如今手机中的射频VCO电路有两种情况：一种是利用射频VCO模组来组建电路，下面所示的是三个实际的射频VCO模组；另一种是射频VCO 电路单元全被集成到超大规模的集成电路内。

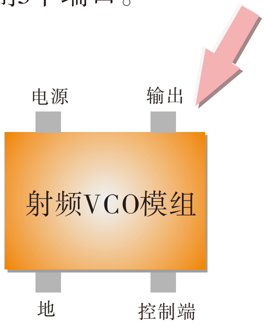


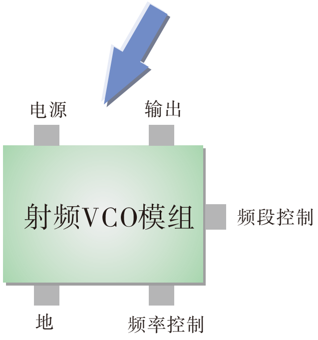


射频VCO对于无线通信设备来说是非常重要的。任何一种架构的手机射频单元都会有射频VCO电路。如果手机使用了独立的射频VCO电路，在手机电路图中，通常会采用含字母“VCO”的英文缩写来表示射频VCO电路或射频VCO信号，如MAINVCO、RXVCO、RFLO、RFVCO、UHFVCO、SHFVCO、TXVCO等。

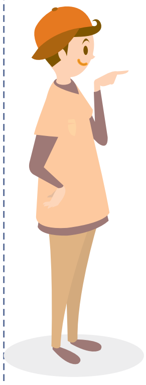
不论射频VCO电路的具体形式如何，它们的工作原理是相同的，它们的检修分析方法也是一样的。

从“黑盒子”分析法的角度看，常见的射频VCO模组的端口有两种情况：VCO模组有电源、输出、地和控制4个端口；VCO模组有电源、输出、地和频率控制、频段控制5个端口。





射频VCO模组的输出信号、控制端口连接到（射频）芯片端口，它们与芯片之间的电路很简单，通常是RC电路。VCO模组的输出端口与芯片之间也可能接一个射频变压器。输出端口线路为交流信号线路，控制信号线路为直流信号线路，两者通常连接到同一芯片。电源端口线路也是RC电路，通常连接到电源管理器。



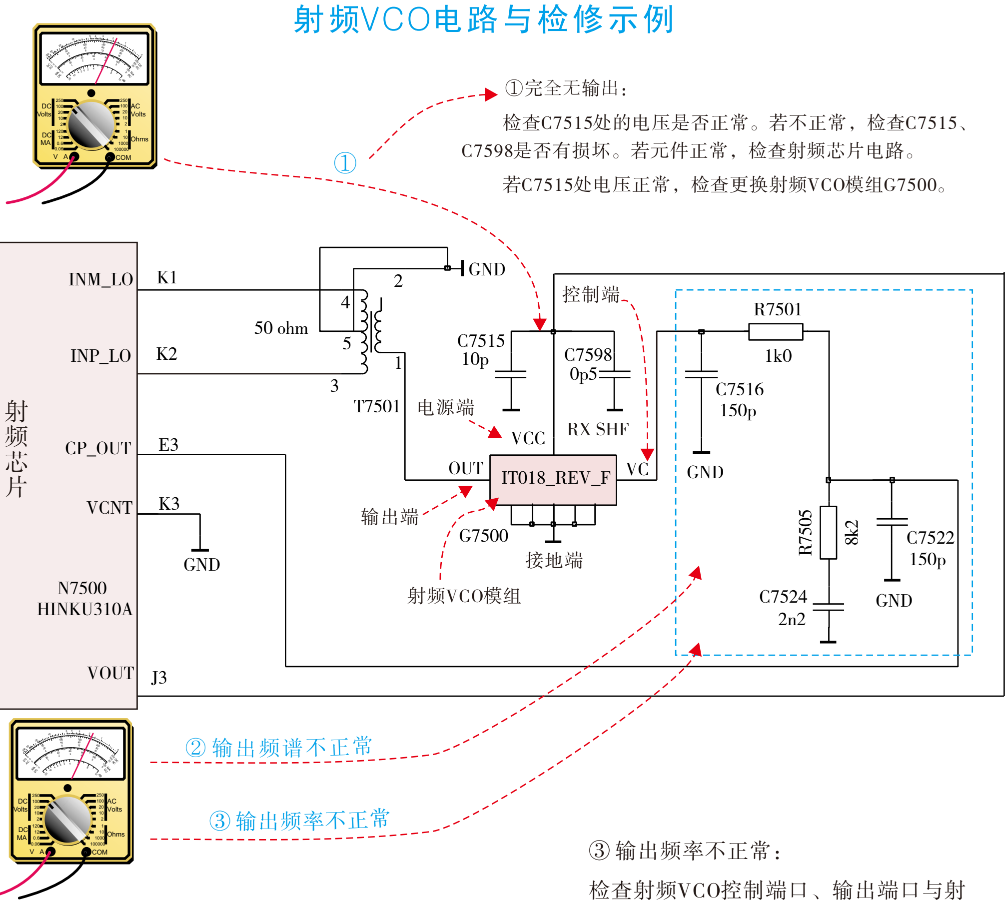
射频VCO电路的检修比较简单，从维修的角度可简单总结如下。

①用万用表检查VCO模组电源端口的电压是否正常。若不正常，检查电源端口线路的电阻电容，或检查相关的电源电路。

②用万用表检查VCO模组（频率）控制端口有无电压。若控制端口无电压，检查电阻是否开路，检查电容是否短路。若元件正常，检查相关芯片的焊接，或更换相关芯片。若控制端口有电压但没有跳变，检查VCO模组输出端线路与元件是否正常。若正常，检查VCO模组、相关芯片。

③可用频谱分析仪快速检测VCO模组输出是否正常。若完全没有输出，检查VCO模组电源线路，或更换VCO模组。若有输出，但频谱不正常，检查VCO模组控制端的电阻电容。

射频VCO电路与检修示例



①完全无输出：

检查C7515处的电压是否正常。若不正常，检查C7515、C7598是否有损坏。若元件正常，检查射频芯片电路。

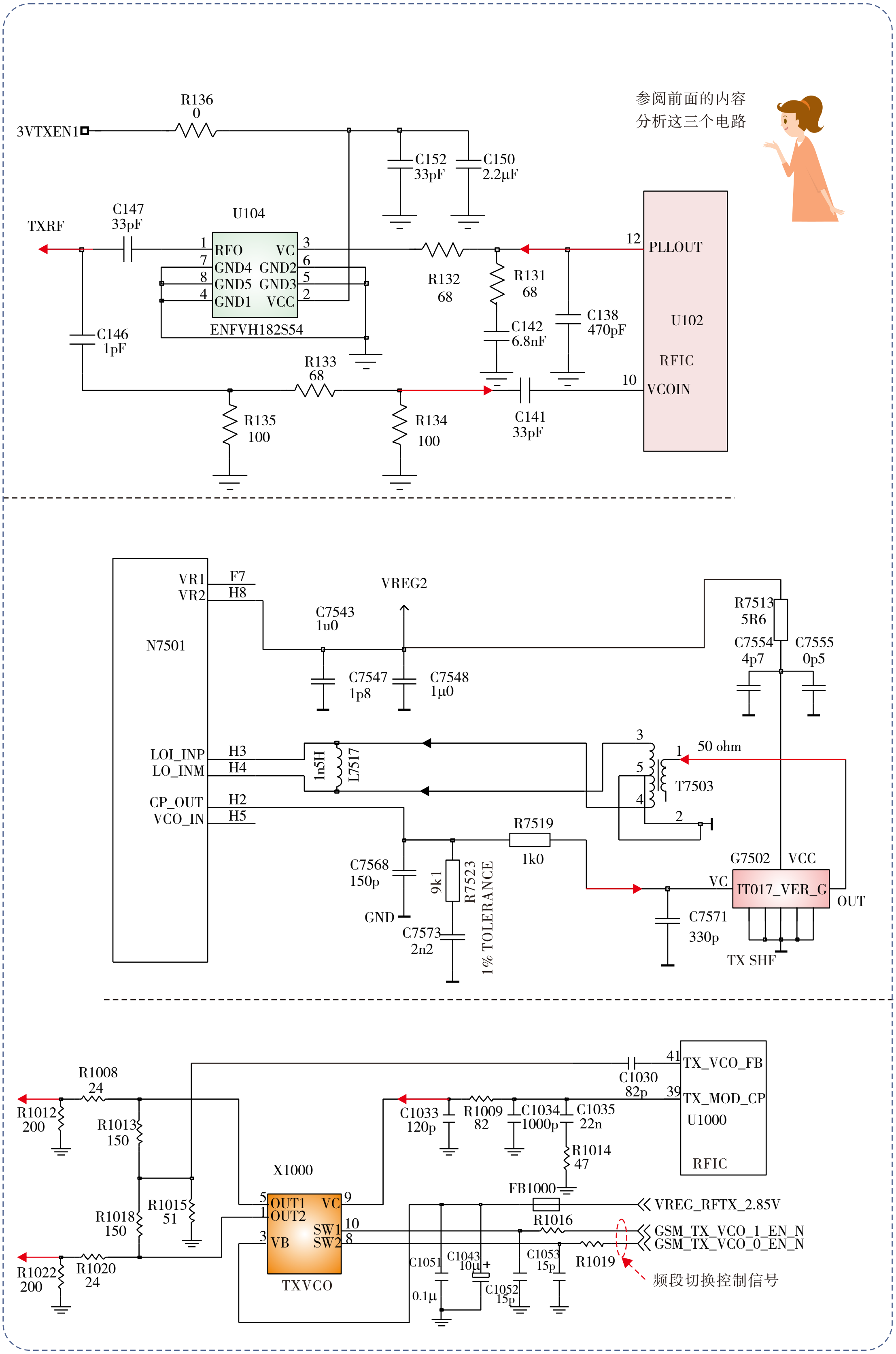
若C7515处电压正常，检查更换射频VCO模组G7500。

②输出频谱不正常：

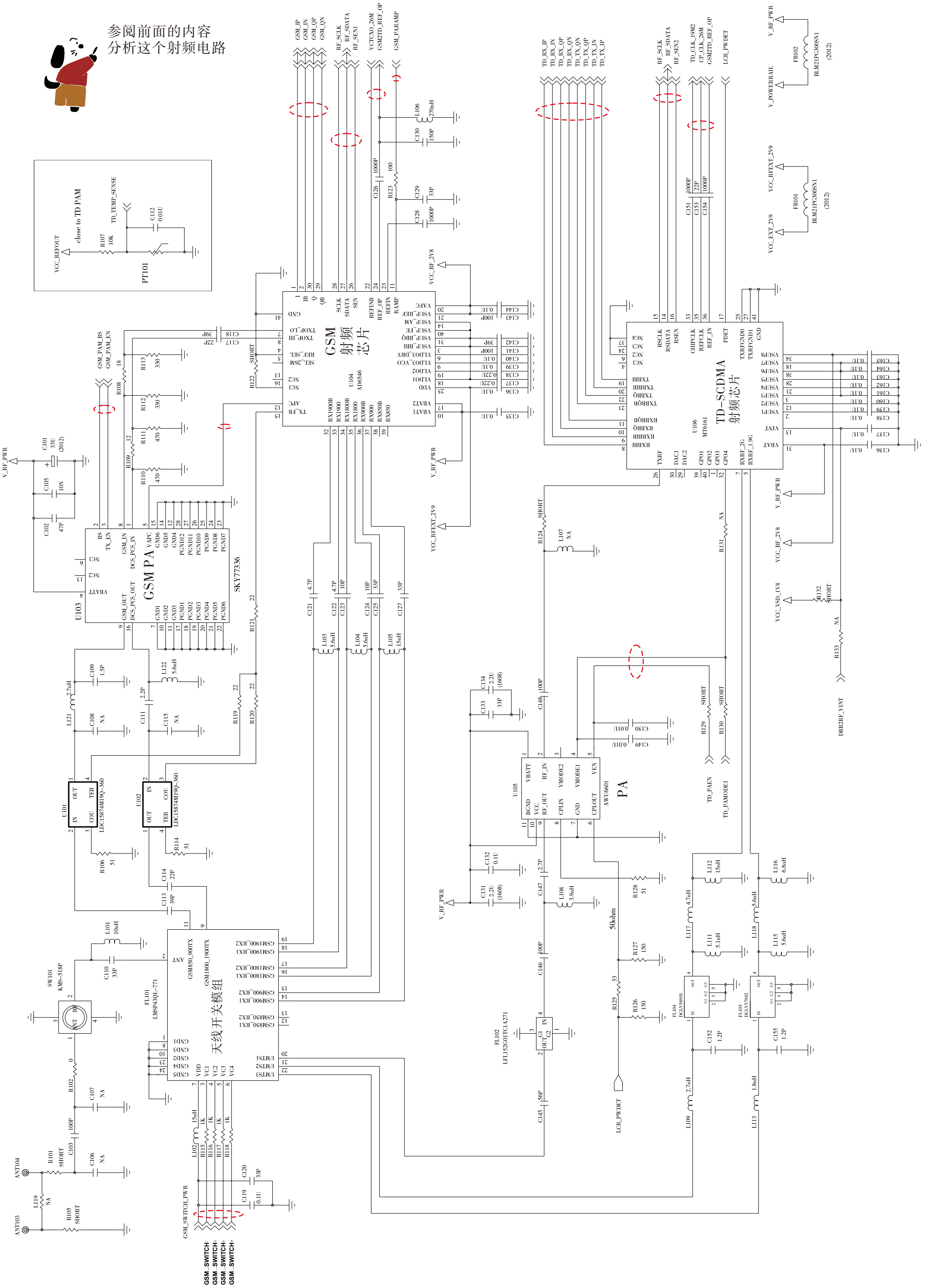
检查射频VCO控制端口与射频芯片之间的R、C元件是否有损坏。若元件正常，更换射频VCO，或检查更　射频芯片。

③输出频率不正常：

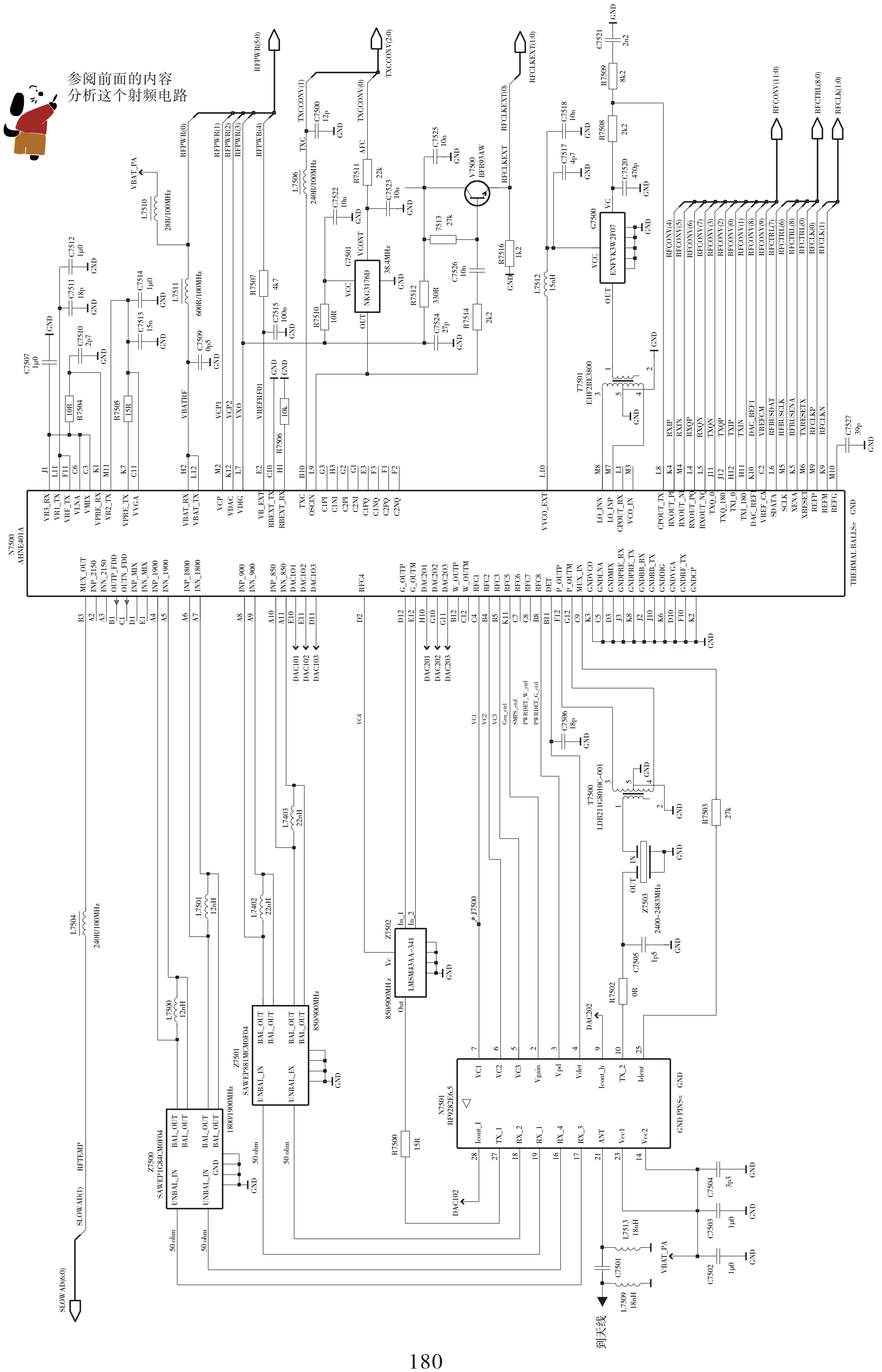
检查射频VCO控制端口、输出端口与射频芯片之间的RC元件是否有损坏。检查参考振荡信号频率是否正常。若不正常，检查参考振荡器。若参考振荡信号正常、元件正常，更换射频VCO，或检查更　射频芯片。


参阅前面的内容
分析这三个电路
3VTXEN1
R136
0
C152
33pF
C150
2.2μF
TXRF
C147
33pF
U104
RFO
VC
GND4
GND2
GND5
GND3
GND1
VCC
ENFVH182S54
R132
68
R131
68
C142
6.8nF
C138
470pF
PLLOUT
U102
RFIC
VCOIN
C146
1pF
R133
68
R135
100
R134
100
C141
33pF
N7501
VR1
VR2
F7
H8
VREG2
C7543
1u0
C7547
1p8
C7548
1μ0
R7513
5R6
C7554
4p7
C7555
0p5
LOI_INP
LO_INM
CP_OUT
VCO_IN
H3
H4
H2
H5
1n5H
L7517
50 ohm
T7503
R7519
1k0
C7568
150p
9k1
R7523
1% TOLERANCE
GND
C7573
2n2
G7502
VCC
VC
IT017_VER_G
OUT
C7571
330p
TX SHF
R1008
24
R1012
200
R1013
150
R1018
150
R1015
51
R1022
200
R1020
24
X1000
OUT1
OUT2
VB
VC
SW1
SW2
TXVCO
C1030
82p
TX_VCO_FB
TX_MOD_CP
U1000
RFIC
C1033
120p
R1009
82
C1034
1000p
C1035
22n
R1014
47
FB1000
VREG_RFTX_2.85V
R1016
GSM_TX_VCO_1_EN_N
GSM_TX_VCO_0_EN_N
R1019
C1051
0.1μ
C1043
10μ
C1052
15p
C1053
15p
频段切换控制信号

参阅前面的内容
分析这个射频电路



参阅前面的内容
分析这个射频电路



第11章　识图与检修示例

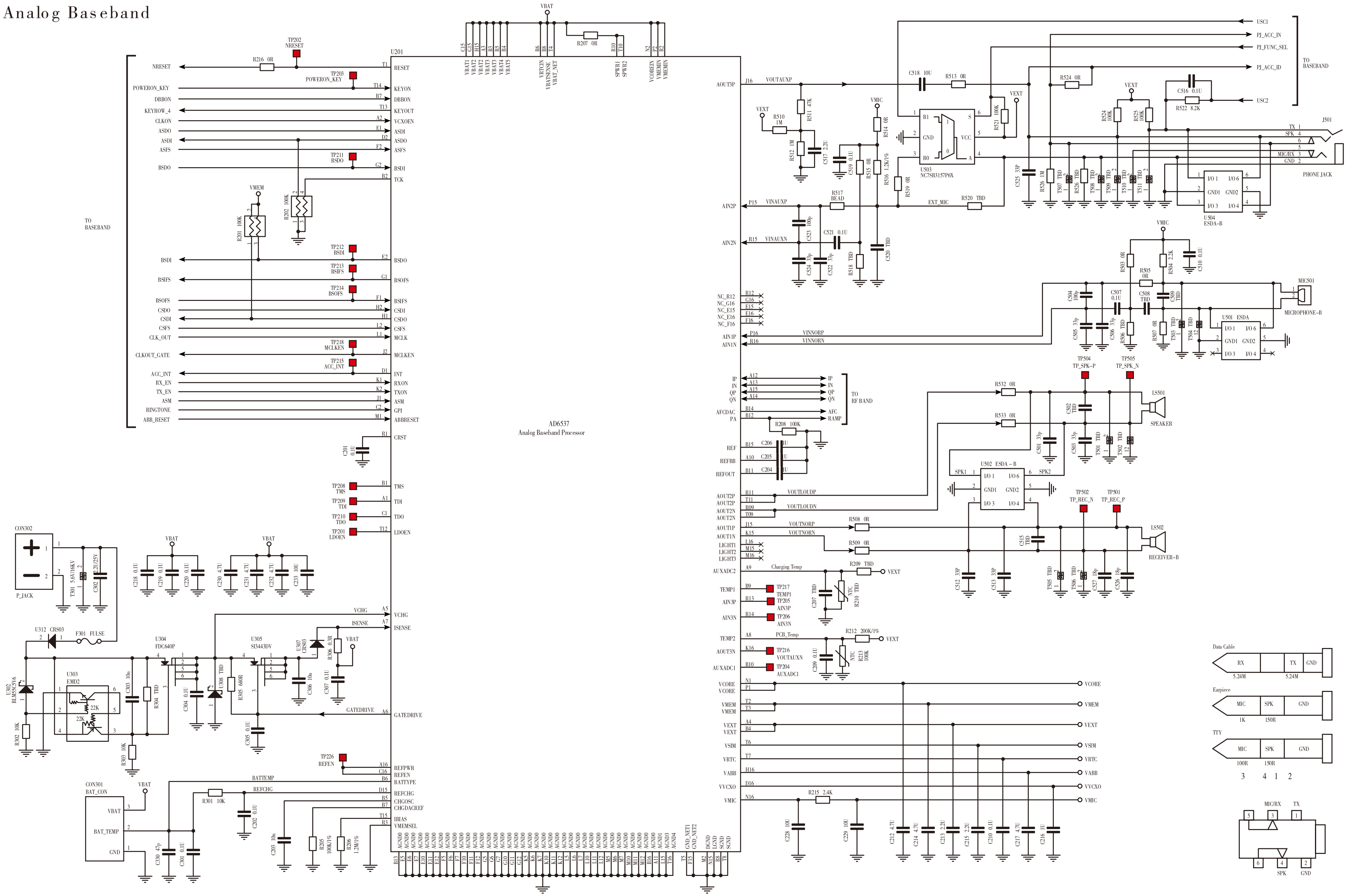


图11.1 松下A100手机的模拟基带电路

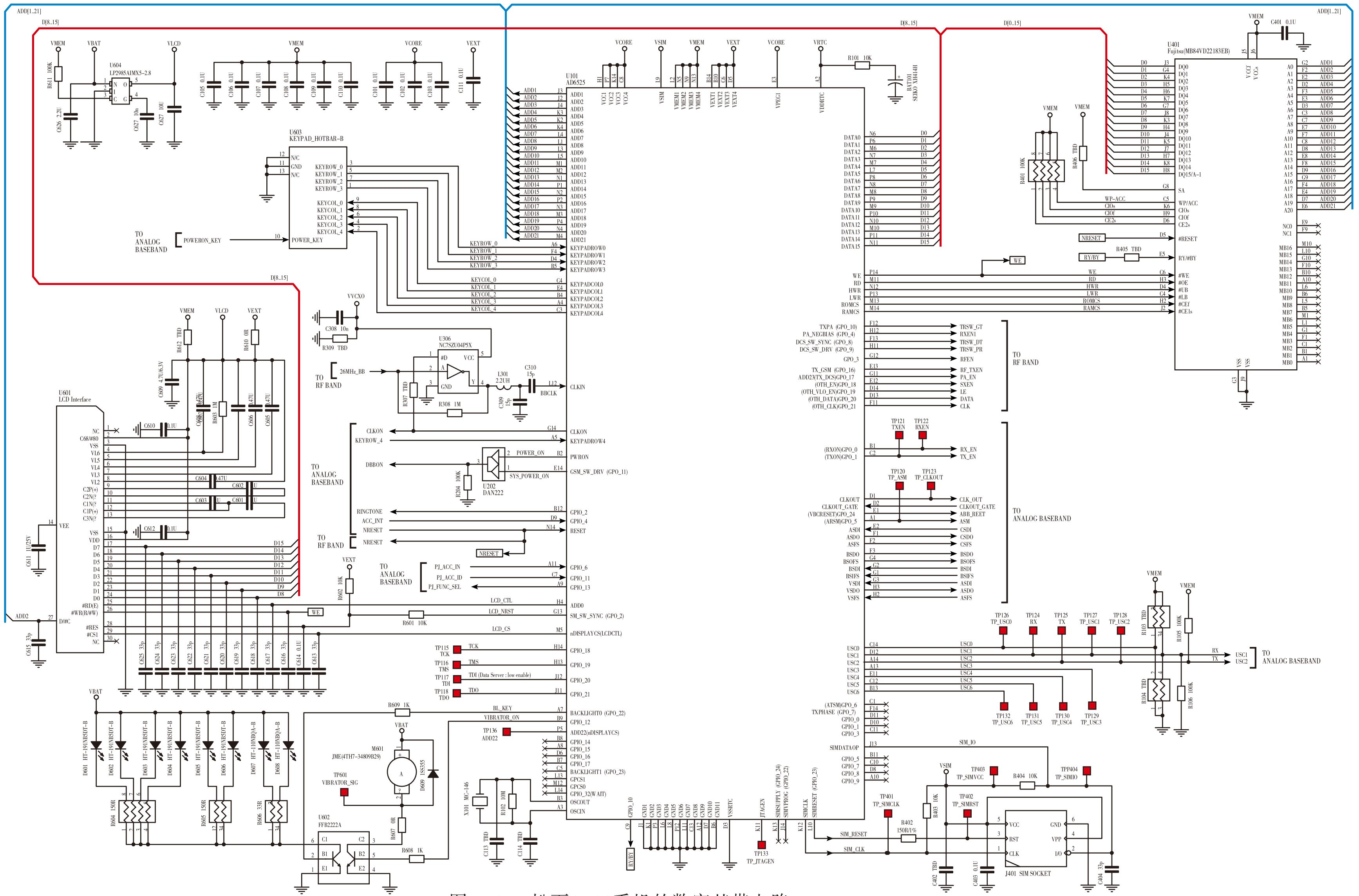
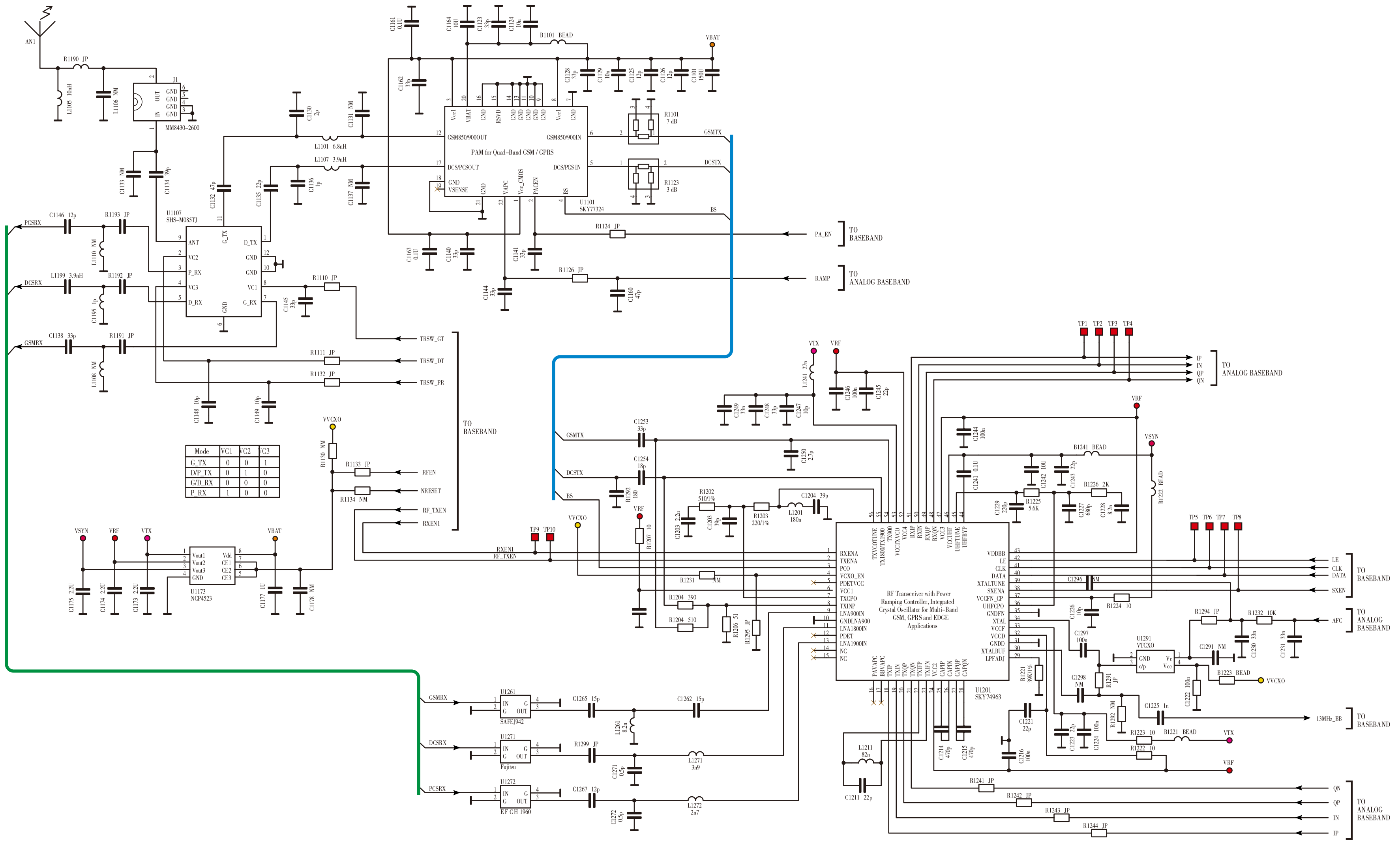
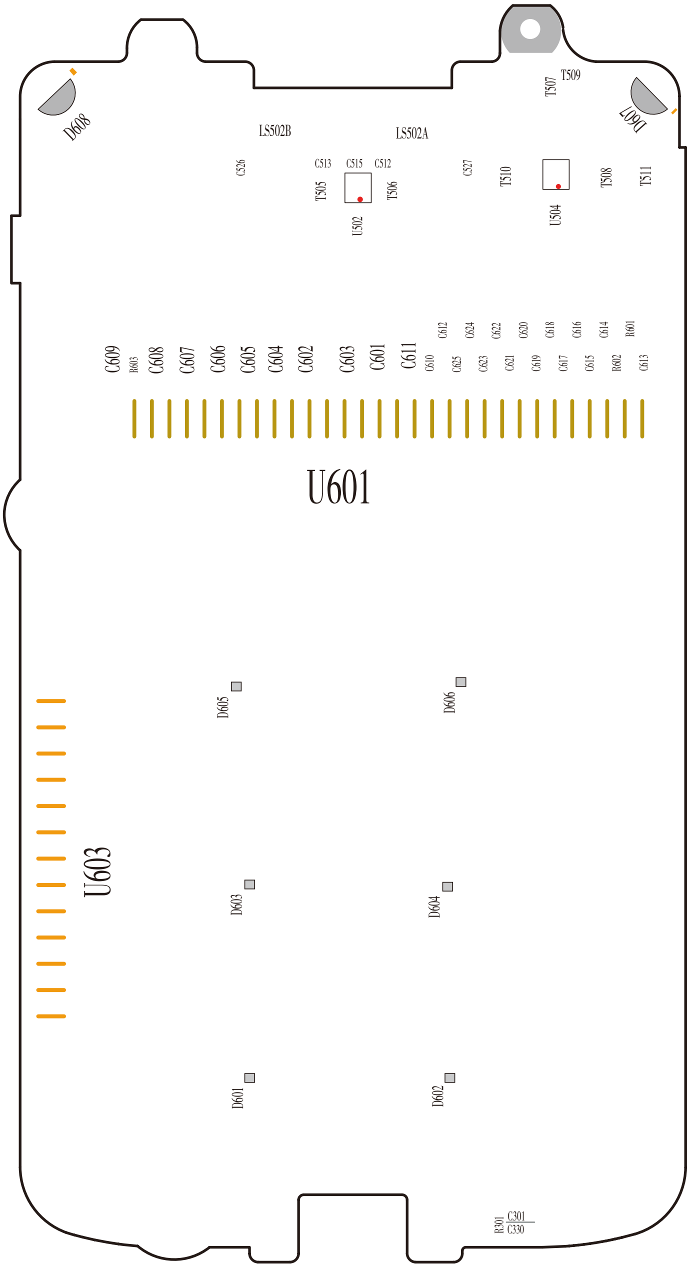


图11.2　松下A100手机的数字基带电路



Mode	VC1	VC2	VC3
G_TX	0	0	1
D/P_TX	0	1	0
G/D_RX	0	0	0
P_RX	1	0	0

图11.3　松下A100手机的射频电路


D608
D607
T507
T509
LS502B
LS502A
C526
C513
C515
C512
T505
T506
U502
C527
T510
U504
T508
T511
C609
R603
C608
C607
C606
C605
C604
C602
C603
C601
C611
C610
C612
C625
C624
C623
C622
C621
C620
C619
C618
C617
C616
C615
C614
R602
R601
C613
U601
D605
D606
U603
D603
D604
D601
D602
R301
C301
C330

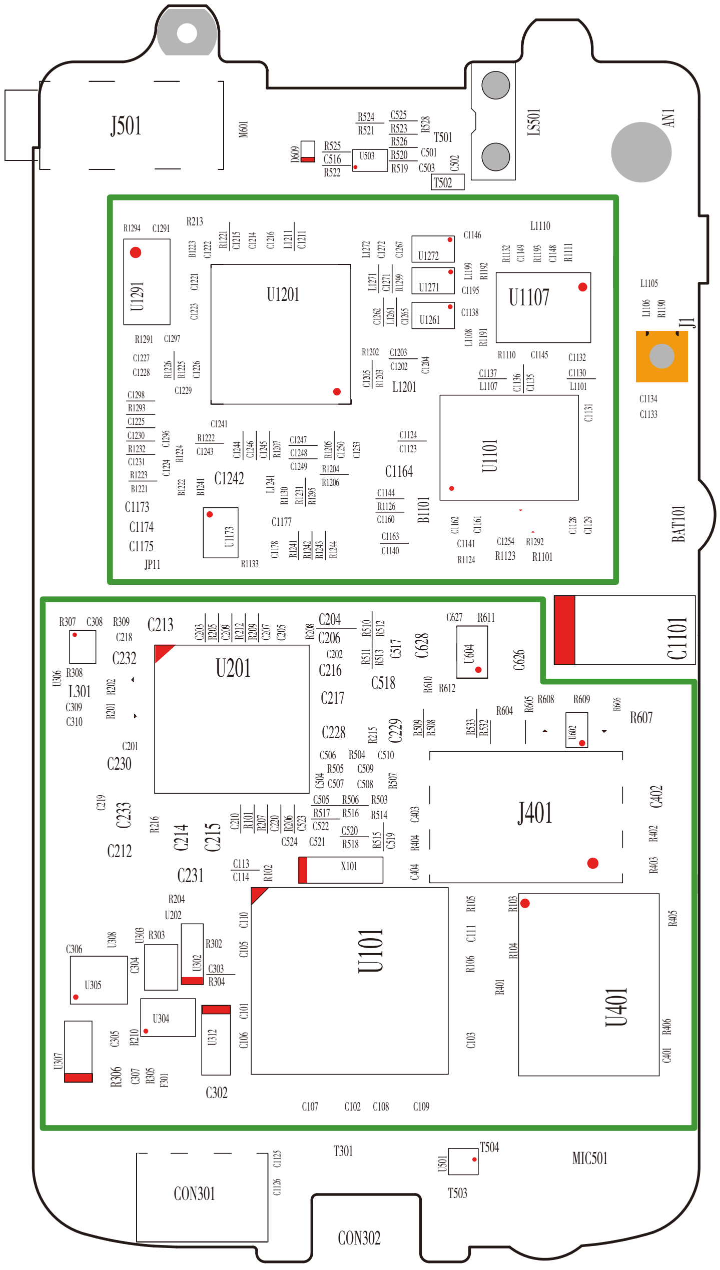


图11.4　松下A100手机的PCB元件布局图

图11.1识图分析

通过U201芯片内标注的芯片型号（AD6537）或“Analog Baseband Processor”都可确定图11.1所示的电路是复合模拟基带电路。AD6537芯片集成了模拟基带与电源管理电路。

在图的左下角，从CON301下标注的“BAT_CON”或“CON301”的端口标注推断，都可确定CON301是电池连接器。其中的BATTEMP线路是电池温度监测信号线，U201芯片的D15端口为电池温度监测线路提供偏压。

通过U201芯片A6、A5端口的标注分析，可以确定U304、U305电路是充电电路。由此可以推断CON302是充电器接口。

U302、U303、U304电路起过压保护作用。U201的A6端口输出GATEDRIVE信号，控制充电管U305。充电电源经F301、U312、U304、U305、U307与R306给电池充电。

U201的A7端口是充电电流监测信号端口。从U201芯片的B5、B7端口标注分析，这两个端口的外接元件若损坏，会影响充电电路的工作。

从图左上角的标注看，这部分信号线连接到图11.2所示的基带电路。其中的NRESET是复位信号，POWERON_KEY是电源开关键的开机触发信号，DBBON是开机维持信号，CLK_OUT是数字基带输出的时钟信号，RX_EN、TX_EN被用来控制射频电路。

在图的右上角，J501处标注了“PHONE JACK”，由此可以确定J501是耳机接口。J501的端口还标注了TX、RX，说明A100手机的数据通信也是通过该接口实现的。

图右上角标注的“PJ_ACC_ID”是附件身份识别信息。PJ_FUNC_SEL是数字基带输出的控制J501接口电路功能模式的信号。PJ_ACC_IN是附件接入监测信号。

在耳机通话状态，U201的J16端口输出音频信号，经C518、R513、J501到耳机受话器。VMIC电源经R514、R516、R520与J501给耳机送话器供电。耳机送话器转换得到的话音信号经R520、R517、C521到U201芯片的P15、R15脚。

根据MIC501的电路图形符号或其标注可以确定MIC501是送话器，该部分电路是内接送话器电路。VMIC电源经R504给送话器供电。送话器转化得到的话音信号经R505、C508、C507到U201芯片的R16、P16脚。

从U201芯片的A12～A15端口标注看，U201芯片的IQ信号接口是复合接口，接收IQ、发射IQ都是经这几个端口传输。通过标注“TO RF BAND”可知，该部分信号线路连接到射频电路。其中的AFC是自动频率控制信号，控制参考振荡电路；RAMP是功率控制的参考电平，被送到功率放大器电路。

从图中看，LS501、LS502的图形符号一样，但它们分别标注为“SPEAKER”、“RECEIVER-B”，由此可以确定，LS501是扬声器，用于免提与铃声；LS502是受话器，用于正常通话。

根据电压调节器的识图要点可知，VCORE、VMEM、VEXT、VSIM、VRTC、VABB、VVCXO、VMIC等是U201芯片内电压调节器输出的各种不同的电源。

图11.2识图分析

在图11.2的右上角，根据U401芯片端口的线路形式可以确定，U401是存储器。ADD[1..21]是地址总线，D[0..15]是数据总线。

在图的右边中部，有许多信号线被指明“TO RF BAND”，说明这些信号与射频电路相关。其中的LE、DATA、CLK是射频串行控制总线信号；其他的信号则被用来控制不同的射频单元电路。

标注为“TO ANALOG BASEBAND”部分的信号线被连接到模拟基带电路。

结合图11.1，图11.2中的USC1、USC2被连接到J501电路，用于数据通信。

在图的右下角，根据J401旁的标注或信号线路上的标注，都可确定J401电路是SIM卡接口电路。其中的SIM_CLK是SIM卡时钟信号，SIM_RESET是SIM卡复位信号，SIM_IO是SIM卡数据信号，VSIM是SIM卡电源。

在U101芯片的右下角，X101的图形符号说明X101是晶体，根据其电路形式与基本的手机电路知识可以确定，X101电路是实时时钟电路。

M601的图形符号说明了M601是振动器。从电路的连接看，振动器的控制信号VIBRATOR_ON由U101的B9脚输出。当VIBRATOR_ON信号为高电平时，U602的3、4脚导通，振动器开始工作。

从图中可以看到，U101的A7脚线路上标注了BL_KEY，说明该端口输出按键背景灯的控制信号，D601～D608是按键背景灯。当控制信号BL_KEY为高电平时，按键背景灯开始工作。

在图的左边，U601旁的标注“LCD Interface”说明U601是LCD接口。从U601的线路连接看，A00手机采用的是8位并行LCD接口。其中的LCD_CTL、LCD_NRST、LCD_CS等都是LCD电路的控制信号。

在U601接口的右边，DBBON是开机维持信号。从图中可以看到，该信号是基带处理器U101输出。

再往上，26MHz_BB信号是基带时钟信号（即系统时钟信号）。该信号经U306电路缓冲放大后被送到U101的CLKIN端口。

在图的左上角，U603旁的标注，以及U603与U101之间信号线上的标注都说明该部分线路是按键信号线。

图左上角的U604是一个电压调节器，从其输出电源的标注可以确定，U604为LCD电路供电。

在U101芯片的右上角，BAT101连接到芯片的VDDRTC端口，因此可以确定BAT101是手机的后备电池。

图11.3识图分析

在图11.3的左上角，天线的图形符号说明AN1是天线。

通过分析U1107的端口标注可以确定U1107是天线开关模组，其ANT端口经C1134、J1连接到天线。J1是一个机械开关，用于进行内接、外接天线通道的切换。

根据识图要点可知，U1107的VC1～VC3端口是控制信号输入端口，控制信号来自数字基带电路。

通过U1107的端口标注可知，U1107的3脚输出PCS1900接收射频信号，U1107的5脚输出DCS1800接收射频信号，U1107的7脚输出GSM900接收射频信号。

跟踪U1107输出的接收射频信号线，通过线路上的标注可以确定，U1261、U1271、U1272是接收射频滤波器。经滤波后的射频信号被送到射频信号处理器U1201的9、11、13脚，进入接收低噪声放大电路。

在图的左上角，通过U1101旁标注的“SKY77324”或芯片内的标注，或是从U1107的11、1脚查找，都可确定U1101是功率放大器。通过R1101、R1123也可确定U1101是功率放大器。

PA_EN是功率放大器的启动控制信号，被送到U1101的2脚；RAMP是功率控制信号，经R1126到功率放大器的22脚（VAPC端口）；U1101的4脚是频段切换控制信号输入端口。U1101的12、17脚是信号输出端口。

从功率放大器U1101的输入端口查找，可以确定射频处理器U1201的54脚输出GSM低频段的发射信号，U1201的55脚输出GSM高频段的发射信号。

U1201的56脚标注“TXVCOTUNE”，说明该端口是芯片内发射VCO控制信号的输入端口。根据基本的手机电路知识，从U1201芯片的56脚查找，可以确定控制信号来自U1201芯片的7脚。仅凭U1201芯片7脚标注的“TXCPO”，也可确定该端口输出发射VCO的控制信号。芯片的7脚与56脚之间的电路是环路滤波电路。

从U1201芯片的48～51脚标注可以确定，这几个端口输出接收基带信号。

U1201芯片的45脚标注UHFTUNE，其36脚标注UHFCPO，根据识图要点或基本的手机电路知识可知，U1201的36脚输出射频VCO的控制信号。U1201的36脚与45脚之间是环路滤波电路。

基带处理器输出LE、CLK、DATA、SXEN等信号，控制U1201电路的工作。

通过图中标注的AFC或VTCXO，可以确定U1291是参考振荡器。U1201输出的13MHz_BB是系统时钟信号。

从U1201芯片的18～21脚标注可以知道，这几个端口是发射基带信号输入端口。

从U1201的22、23脚标注及外围电路形式可知，C1211、L1211组成发射中频滤波电路。

从U1201的25～28端口标注可知，这几个端口外接的电容与芯片内IQ信号处理电路相关。若可在这几个电容处监测信号，以判断IQ电路是否正常。